

ÖĞRETMEN KİTAPLARI : 149

ALEVDE SERTLEŞTİRME

Yazan :

Dr. Müh. Hans. Wilh. GRÖNEGRESS

Çeviren

Kemal DEVECİ

BİRİNCİ BASIŞ



DEVLET KİTAPLARI

№ 6633

F. 70 Lira

SATIŞ VE DAĞITIM YERİ : İstanbul'da Devlet Kitapları Müdürlüğü ve
İllerde Millî Eğitim Bakanlığı Yaynevleri

MİLLÎ EĞİTİM BASİMEVİ — İSTANBUL 1980

ÖĞRETMEN KİTAPLARI: 149

ALEVDE SERTLEŞTİRME

Yazan :
Dr. Müh. Hans. Wilh. GRÖNEGRESS

Çeviren
Kemal DEVECİ

BİRİNCİ BASILIS



DEVLET KİTAPLARI

MILLÎ EĞİTİM BAŞIMEVİ — İSTANBUL 1980

ÇEVİRENİN ÖNSÖZÜ

Endüstriyel gelişme içindeki ülkemizde, artan gereksinimlerin karşılanması, kuşkusuz uygun üretim tekniklerinin geliştirilmesi veya bu tekniklerin gelişmiş ülkelerden getirilmesiyle mümkündür.

Makina endüstrisinde, üretilen parçaların üstün niteliklerini arttırmak için, çeşitli sertleştirme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler içinde en ekonomik olanı alevde sertleştirmedir. Elinizde bulunan çeviri eser, alevde sertleştirme yöntemlerini ve bunlarla ilgili teknolojiyi tanıtmak amacıyla hazırlanmıştır. Bu bakımdan kitabın, öğrencilere, konstrüksiyon ve üretim planlamasında çalışan teknisyenlere ve atelyedeki usta ve işçilere yararlı olacağını umuyorum.

Eserin Türkçeye kazandırılmasında, özendirici teşvik ve desteklerini benden esirgemiyen M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Müsteşarlığına şükranlarımı sunarım.

Kemal Deveci

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yayımlayanın önsözü	
Çevirenin önsözü	
Giriş	1
1. Yöntemin tanıtımı	1
2. Alevde sertleştirme işleminin özellikleri	1
BÖLÜM I. AŞINMANIN TANIMI VE ÖNLENME ÇARELERİ	
A. Aşınmaya karşı yüzeylerin sertleştirilmesi	2
3. Aşınma	2
4. Aşınmanın azaltılması	7
5. Sertleşebilme özelliği	7
B. Alevde sertleştirme yönteminin diğer yüzey sertleştirme yöntemleri ile karşılaştırılması	8
6. Semantasyon işlemindeki ısı işlemler	8
7. Parça şeklinin etkisi	9
8. Parça sayısının etkisi	10
9. Endüksiyonla sertleştirme	10
C. Alevde sertleştirme yönteminin elverişli yönleri	13
BÖLÜM II. ALEVDE SERTLEŞTİRMENİN TEKNOLOJİSİ	
A. Alevde sertleştirme işleminin yapılışı	15
10. PENDEL yöntemine göre yüzey sertleştirme	15
11. Alın yüzeylerin sertleştirilmesi	16
12. İş parçasını çevreden ısıtarak yapılan sertleştirme	17
13. Doğrusal hareketli bekle çizgisel sertleştirme	19
14. İş parçasına dönme hareketi verilerek sertleştirme	20
15. İş parçası dönerken çevreden dairesel olarak etkileyen bekin ilerlemesiyle yapılan sertleştirme	22
16. Sertleştirme yönteminin seçimi	23
17. Sertleştirme makinelerinde bulunması gereken özellikler	25
18. Sertleştirme donatılarının kurulması	30
B. Yanıcı gazlar ve sertleştirme bekleri	
19. Yanıcı gazlar	31
20. Yanma	31

21. Sertleştirme bekleri	33
22. Beklerin ağız şekilleri	34
23. Yarıkli sertleştirme bekleri	34
24. Süzgeç bekler	35
25. Memeli (Fıskiyeli) bekler	35
26. Ayarlı bekler	38
27. Beklerin bakımı	39
28. Geri tepmeye karşı güvenli ventiller	39
29. Gerekli olan çalışma basınçları	39
C. Soğutma düzenekleri ve soğutma gereçleri	41
30. Soğutma kabı	41
31. Duş	42
32. Bek ile duş arasındaki uzaklık	42
33. Suyun soğutma aracı olarak kullanılması	42
34. Diğer soğutma araçları	42
D. Besleme düzenekleri ve yardımcı araçlar	43
35. Yanıcı gazın sağlanması	45
36. Oksijenin sağlanması	45
37. Soğutma suyu	46
38. Bekin ayarı, sıcaklık ve zamanın ölçülmesi	46
E. Sertleştirme maliyetinin hesaplanması	48
39. Çalışma süresi	50
40. Enerji gereksinmesi	50

BÖLÜM III. GEREÇLER

A. Alaşımli ve alaşımsız çelikler	51
41. Çeliklerin özellikleri	52
42. Gereçlere toplu bakış	52
B. Döküm gereçler	56
43. Çelik döküm	57
44. Gri dökme demir	60
45. Küresel grafitli (Sfero) dökme demir	61
46. Temper döküm	62
47. Özel gereçler	62
C. Sertleştirme ortamının incelenmesi	63
48. Gereçlerin sertleşebilme özellikleri	65
49. Sertlik ve sertlik deneyi	66
50. Gerekli olan sertlik derinliği	67
51. Gerecin sertlik derinliğine olan etkisi	67

52. Sertleştirme ortamının (Yönteminin) sertlik derinliğine olan etkisi	68
53. Erişilebilecek sertlik derinliği	72

BÖLÜM IV. ALEVDE SERTLEŞTİRME İŞLEMİNİN UYGULANISI

A. İş parçasının durumu	73
54. Teknik resimde verilen bilgiler	74
55. İşleme payı	75
56. Yatak boşluğu	75
57. Amaca yönelik biçimlendirme	79
58. Standartlaştırma	79
59. Yeni olanaklar	79
B. İş parçasına sertleştirmeden önce ve sonra uygulanan işlemler	80
60. Gereç deneyleri	81
61. Normalleştirme tavı	82
62. Özel durumlarla ilgili uygulama örnekleri	86
63. Gerginlik giderme tavı (Meneviş)	87
64. Pastan koruma	88
C. Sertlik kusurları ve bunların giderilmesi	89
65. Gereç ve işlem kusurları	89

BÖLÜM V. ALEVDE SERTLEŞTİRMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ

66. Gereçten tasarruf	92
67. Çalışma süresinden tasarruf	96
68. Enerjiden tasarruf	97
69. İşletme güvenliğini arttırmak	100
70. Ön ısıtma ile sertlik derinliğini arttırmak	104
71. Parça sayısının etkisi	107
72. Dişli çarkların sertleştirilmesi	115
73. Zincirli (Paletli) taşıt araçları	118
Sonuç	118
Yararlanılan kitaplar	118
Teknik terimler sözlüğü	119

GİRİŞ

1. YÖNTEMİN TANITIMI

Alevde sertleştirme, bilinen su verme işleminin, islah çeliklerine uygulanan geliştirilmiş bir yüzey sertleştirme yöntemidir. Bu yöntemde, tav ocakları yerine, otojenle kesme işleminde olduğu gibi, yanıcı ve yakıcı gazları karıştırıp yakan bir üfleç (Bek) kullanıldığından, yazar, işlemi anlatırken ALEVDE SERTLEŞTİRME deyimini benimsemiştir. Bu deyim, sözü edilen yöntemi yeteri kadar kısa, fakat oldukça anlamlı bir şekilde açıklamaktadır.

2. ALEVDE SERTLEŞTİRME İŞLEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Alevde sertleştirme işleminde, sertleştirilecek olan yüzey, yakıcı bir gazla yanıcı bir gazın, bir bekte karıştırıp yakılmasıyla elde edilen güçlü bir alevle yerel olarak ısıtılır. Kullanılan alevin ısıtma gücü, saatte yaklaşık olarak $0,5.10^6$ Kcal/m kadardır. Diğer bir deyimle, alevin her bir metrelik boyundan, bir saatte bu kadar ısı alınabilmelidir. Böyle güçlü bir alevle ısıtılan iş parçasının yüzeyi, çok kısa bir süre içerisinde sertleştirme sıcaklığına erişince, parça soğutulur. İşlem kısa bir zaman içinde yapıldığından, ısının daha derine inmesi önlenerek, parçanın yalnız aşınmaya karşı olan üst yüzeyi sertleştirilmiş olur. Daha önceleri, bir fırında her tarafı ısıtılan parçaların iç kısmı (Ortası) da sertleştiği halde; alevde sertleştirmede, parçanın ortasında herhangi bir değişme olmaz.

Böylece:

1. Gereç Bakımından: İşlem çok kısa sürdüğünden, gerecin karbon alması söz konusu değildir.
2. Şekil olarak: Sertleştirilecek olan üst yüzeyin, bek ile ısıtılacak şekilde olması gerekir.
3. Çalışma koşulları: Bek çalışmaya hazır bir durumda bulunmalıdır. Kızdırma için zaman ayırmalı ve araç boşta çalıştırılmamalıdır. Sertleştirmenin hızı çok yüksek olduğundan, işlem giderleri çok düşüktür. Parçanın yalnız aşınmaya karşı olan dış yüzeyleri sertleştirildiğinden, sertleştirilen kısım ince bir kabuktan ibarettir.

BÖLÜM I

Aşınma, anlamı ve önlenme çareleri

A. AŞINMAYA KARŞI YÜZEYLERİN SERTLEŞTİRİLMESİ

3. AŞINMA

a. Aşınma çeşitleri :

Aşınma, DIN 50320 de normlaştırılmıştır. Burada, aşınma işleminde yakın ilgisi bulunan cisimler ve bunlar arasındaki hareket ve yük durumları göz önüne alınarak bir düzenleme yapılmıştır. Bu düzenleme yapılırken şu noktalar ele alınmıştır:

- Esas aşınan gereç
- Karşı gereç
- Ara gereç
- Esas gereçle karşı gereç arasındaki hareket durumu
- Esas gereçle karşı gereç arasındaki yük durumu

Çizelge — 1 e bakınız.

ÇİZELGE 1 ESAS VE KARŞI GEREÇLERİN KISA OLARAK GÖSTERİLİŞİ

GERECİN ADI	KISA İŞARETİ	GERECİN ADI	KISA İŞARETİ
Lastik	G	Metal	Me
Ağaç	H	Tuz (Mineral)	Mi
Yapay gereçler	K	Kumaş (Tekstil)	T
Deri	L	Diğer gereçler	F
Akıcı, gereçler (Gaz, sıvı, buhar ve bunların katılarla karışımı olan gereçler).....			X

Aşınmada, ara gereçler ile hareket ve yükleme koşulları göz önüne alınarak, aşağıdaki çizelge hazırlanmıştır.

ARA GEREÇ	HAREKET	YÜKLEME	AŞINMA ŞEKLİ	KISA İŞARETİ
Sıvı cisim	Sürtünme Yuvarlanma	Duran veya salımlı	Yağlı sürtünme aşınması Yağlı yuvarlanma aşınması	1 2
Aşındırıcı Sıvı cisim	Sürtünme Yuvarlanma		Paslı sürt. aşınması Paslı yuvarl. aşınması	1a 2a
Gaz cisim	Sürtünme Yuvarlanma		Kuru sürt. aşınması Kuru yuvarl. aşınması	3 4
Katı cisim	Sürtünme Yuvarlanma		Tanelerin sürt. aşınması Tanelerin yuvarl. aşınması	5 6
	İki katı cismin tekrarlanan çar- pılması		Çarpışma aşınması	7
	Kapalı akım	sürtünme yüzüne paralel eğik dik	Püskürtme sürt. aşınması Eğik püskürtme aşınması Sıçrama püskürtme aşınması Emme aşınması	14a 14b 14c 15
	Yatak içindeki çukurlukların sürtünmesi		Damlama aşınması	16
	Serbest düşen sıvı damlacıkla- rının çarpması		Diğer aşınmalar	17
ÖRNEK :				
Esas cisim :		Karşı gereç:		
Me		Mi		
		Aşınma koşulu: 3		Normalize edil- miş muayene me- todu DIN 50330

Alevde sertleştirme, esas veya karşı cisimde veya her ikisinde aşınmayı engelleyici sert bir demir alaşımı oluşturur. Bu yöntemin geçerliliği, çizelgede 1 den 7 ye kadar gösterilen aşınma dirençlerinde biliniyordu, ama 14 ve 15 ve ondan sonraki numaralı aşınma dirençlerinde uygulanabileceği bilinmiyordu.

b. Kayma sürtünmesinde aşınma

Kayma sürtünmesinde aşınmaya karşı olan parçaların üst yüzeyleri, genellikle 50-55 RC arasında sertleştirilir. Sertleşen kısmın kalınlığı 1 mm. den daha azdır. Çoğunlukla esas parçanın veya onun karşısında çalışan parçanın sertleştirilmesi, yumuşak kalan parçanın ömrünün uzatılması için yeterli olur. Buna karşılık, tane şeklindeki parçaların sürtünmesinde, esas parça ile karşı parçanın birlikte sertleştirilmesi zorunludur; yoksa taneli parça, daha yumuşak olan parçanın yüzeyinde tutunacağından, daha sert olan parçanın daha çabuk aşınmasına yol açar. Aşınmanın yüksek olduğu durumlarda sertlik derecesinin 50-60 RC arasında, sertlik derinliğinin ise, 2-3 mm. kadar olması gerekir.

c. Yuvarlanma sürtünmesinde aşınma

Üst yüzeylerin aşınmaya karşı direncini arttırmak için, yüzey sertliği ile sertlik derinliğinin artırılması gerektiği uzun zamandan beri herkesçe bilinmektedir. Yuvarlanma sürtünmesinde aşınma, ovma aşınması ve çukur oluşumu olmak üzere iki şekilde ortaya çıkar.

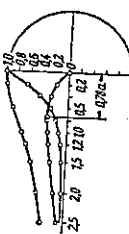
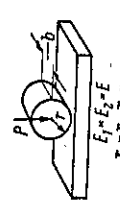
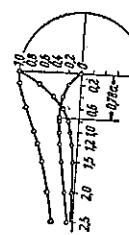
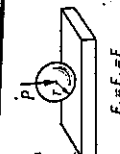
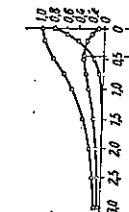
Ovma aşınması, sürtünen yüzeyler sertleştirilerek azaltılabilir. Çukur oluşumu ise, sertleştirilmiş yüzeylerde ortaya çıkar ve parçalar kısa sürede kullanılamıyacak duruma gelir.

Çukurların oluş nedenleri üzerinde şu bilgiler vardır:

Uzman bir bulucu olan FÖPPL'e göre, üzerinde karşı parçanın yuvarlandığı esas parça yüzeyinde oluşan yorgunluk, ilk önce üst yüzeyden daha çok, parçanın belli derinliğinde ortaya çıkar. Üç ayrı yükleme şekli vardır (Şekil. I).

1. İki silindirin birbirinde yuvarlanması
2. Bir silindirin bir düzlem üzerinde yuvarlanması
3. Bir kürenin bir düzlem üzerinde yuvarlanması

Şekil. I de, üst yüzeyin altındaki en büyük kayma gerilmesinin 0,78a, 3. yükleme şeklinde ise, 0,47a kadar olduğu görülür. Buradaki a değeri, basınca karşı olan çizginin yarı uzunluğu olup, Şekil. 1 de verilen formüller yardımıyla bulunur.

YÜKLEME ŞEKLİ	P Kg/cm ² Gereç 1 E Esneklik modülü Gereç 2			$a = 2 \sqrt[3]{\frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{m^2} \right) \frac{P T}{E}}$	0,78 a	1,0 a
Gerilimin bir simetri eksenine boyunca dağılımı				$a = 2 \sqrt[3]{\frac{2}{\pi} \left(\frac{1}{m^2} \right) \frac{P T}{E}}$	0,78 a	1,0 a
Basma ekseninin yarı uzunluğu a = cm.				$a = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \left(\frac{1}{m^2} \right) \frac{P T}{E}}$	0,47	0,6 a
Kayma gerilmesine karşı olan yüzeyde en büyük uzunluk cm.						
Gerekli olan sertlik derinliği cm.						

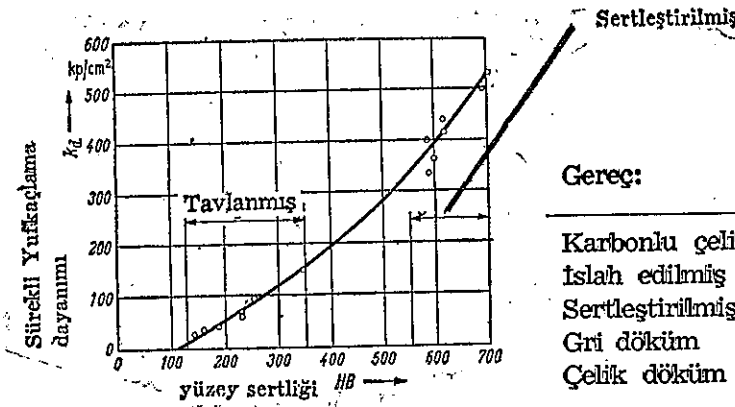
Şekil I FÖPPL'e göre yuvarlanma sürtünmesinde gerekli olan sertlik derinliğinin bulunması.

P: Özgül kuvvet (Kg/cm değme genişliği)
m: Poisson sayısı. Çelik için m = 10/3 dür.

c) Sertleştirilmiş olan üst yüzeylerde çukur oluşumunu güvenli bir şekilde engellemek için, sertlik derinliğinin en az, 1 ve 2. yükleme şekillerinde a, 3. yükleme şeklinde ise, 0,6a kadar olması gerekir.

NIEMANN'a göre, yuvarlanma sürtünmesindeki zorlanma, hissedilmeyecek derecedeki aşınmalarda, sürekli yufkaçlama dayanımı, Kd olarak değerlendirilebilir. Yufkaçlama dayanımı Kd, BRINEL - sertliğinin karesi ile orantılıdır.

$$Kd = Ck \left(\frac{HB}{100} \right)^2 \text{ Kg/cm}^2$$



Şekil 2

Alevde sertleştirme ile, bir gerecin üst yüzeyindeki sürekli yufkaçlama dayanımı, aynı gerecin sertleştirilmiş durumuna göre, 15 kat arttırılabilir.

Diğer usullerle sertleştirilme olanağı bulunamıyan dişli çarkların, diş yan yüzeylerinin alevde sertleştirilmesiyle ömürleri oldukça uzun bir süre arttırılabilir.

d) Damlaların çarpmasıyla oluşan aşınma.

Damlaların çarpmasıyla oluşan aşınmalar, türbinlerin alçak basınç kademelerindeki kanatlarda, buhar vanalarında v.b. parçalarda çok görülür. Bu gibi aşınmalara karşı olan yerlerde, alevde sertleştirme çok iyi sonuç verir. Bu tür aşınmalara karşı yana kapak ve yuvalarının, paslanmaz çeliklerden yapılması gerekir.

e) Aşınmadan doğan ekonomik kayıplar.

1. Aşınan parçaların yenilenmesi için yapılan giderler
2. Sökme ve takma işçiliğine ödenen giderler
3. Tesisin durması yüzünden ortaya çıkan üretim eksikliği.

1. ve 2. maddedeki giderler, daha önceleri de biliniyordu, ama 3. maddedeki giderler son yıllarda daha çok önem kazanmıştır. Bu giderlere örnek olarak, herhangi bir işletmedeki önemli bir aracın veya vincin arızalanmasıyla ortaya çıkan üretim aksamamasından doğan kayıplar (Giderler) gösterilebilir.

Federal Almanyada linyit üreten ocaklarda, aşınmadan dolayı ortaya çıkan kayıpların yıllık toplamı, toplam üretimin % 4-5 ini bulmaktadır. Buna benzer örnekler, diğer üretim dallarında da gösterilebilir.

Bugün, hızları ve güçleri sürekli olarak artan ve ağırlıkları azalan taşıt araçları ile takım tezgahlarında aşınmayı azaltıcı önlemlerin alınmasına büyük zorunluk duyulması doğaldır.

4. AŞINMANIN AZALTILMASI

En önemli yapı gereçlerinden olan çeliklerde aşınmayı azaltmak için, aşınmanın olduğu sürtünme yüzeylerinin sertleştirilmesi çok kez yeterli olur.

Kayma sürtünmesinde, genellikle sürtünen gereç ne kadar sert ise, aşınma o oranda az olur. Ayrıca, sürtünen gereç çiftinden, sertliği daha çok olanı daha az aşınır. Bu yüzden, yenilenmesi zor ve pahalı olan makina parçaları, örneğin kırarak millerinin muyluları, sertleştirilmiş alaşımlı çeliklerden, buna karşılık yatakları daha yumuşak olan yatak gereçlerinden yapılır.

Genellikle sert yüzeylerde, sertliği yüksek olan cisimler çalıştırılır. Örneğin delik kateri ile burçları için, sertlikleri az farklı olan ayrı cinsten gereçler kullanılır. Bugün kullanılan yatak gereçlerinin sertlikleri oldukça yüksek olduğundan, muyluların bu gereçlerin sertliğinden daha yüksek olmasını zorunlu kılmaktadır. Sertleştirilmesi diğer yollarla yapılamıyan bu gibi parçaların alevde sertleştirilmesi çok ekonomik olmaktadır.

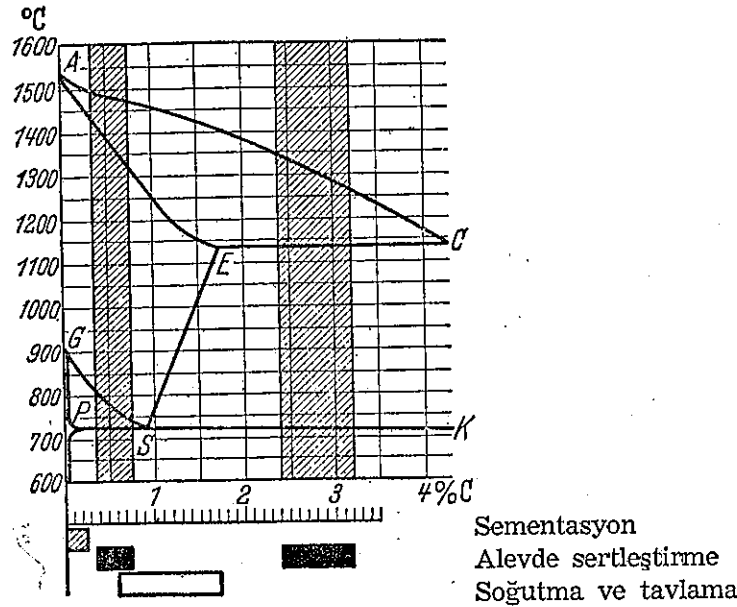
5. GEREÇLERİN SERTLEŞEBİLME ÖZELLİĞİ

Bilindiği gibi demir karbon diyagramı, çeliğin ısı işlemlerinde ortaya çıkan doku değişikliklerini gösterir. Bu nedenle sertleştirme için gerekli olan sıcaklık derecelerini bu diyagramdan alabiliriz.

Şekil 3'deki demir-karbon diyagramında, karbon oranına göre, sementasyonla ve alevde yüzey sertleştirme ile, su vererek yapılan sertleştirme işlemlerinin kullanma alanları belirtilmiştir.

Sertleştirilmemiş durumdaki çeliğin içindeki karbon oranı arttıkça, sertliği de artar. Bu yüzden, sementasyon çeliklerinde olduğu gibi, karbon oranı çok düşük olan çeliklerde çekirdek kısmının dayanımı esas alınmaz. Bazen sementasyon çeliklerinden yapılan parçalarda, çekirdek dayanımını arttırmak gerekebilir. Bu gibi durumlarda, örneğin, oto endüstrisinde kullanılan parçalarda, alaşımlı çeliklerden yararlanır.

Her çeliğin sertleştirilmesinde karbon oranı temel alınır. Karbon oranı arttıkça, ulaşılacak sertlik derecesi de artar. Alevde sertleştirmeye elverişli çeliklerin karbon oranı, % 0,3 - 0,7 arasındadır. Çelikteki diğer alaşım elemanlarının oranı arttıkça, karbon oranının etkisi azalır.

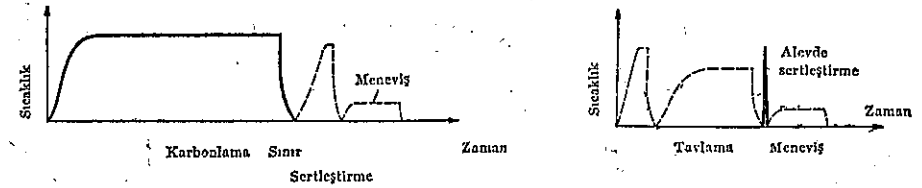


Şekil 3. Demir-karbon diyagramında, alevde sertleştirme için elverişli olan gereç bölgeleri taranarak belirtilmiştir.

B. ALEVDE SERTLEŞTİRMENİN DİĞER SERTLEŞTİRMELER İLE KARŞILAŞTIRILMASI.

6. SEMENTASYON YÖNTEMİNDE parçanın tümünü ısıtmak için sertleştirme ocaklarına (Fırınlara) gereksinime duyulur. Bu yöntemde,

daha sonra uygulanan ani soğutma (Su verme) sırasında dokusal değişim devam eder; halbuki alevde sertleştirmede, ısınma, parçanın yalnız aşınmaya karşı olan dış yüzeyinde olur. Bu nedenle alevde sertleştirmede ısıtma süresi daha kısa olur. Dolayısıyla enerji tüketimi de daha azdır. Şekil 4. de, sementasyon ile alevde sertleştirme işlemlerinde gerekli olan ısıtma süreleri gösterilmiştir. Diyagramlarda, zorunlu olan işlemlerle ilgili zamanlar kalın, zorunlu olmayan işlemlerle ilgili olan zamanlar ise kesik çizgilerle gösterilmiştir.



Sementasyon

Alevde sertleştirme

Şekil 4. Sementasyon ile alevde sertleştirmedeki ısıtma süreleri.

Alevde sertleştirme işleminde, parçanın tümü önceden bir ısıtma işlemine karşı tutulur. Bu ısıtma işlemi, ısıtma veya normalleştirme tavlama denir. Normalleştirme tavlama, parçanın çekirdek kısmındaki dayanıklılığı artırır. Büyük zorlamalara veya yüklere karşı olan parçalar, her iki sertleştirme yönteminde, sonradan meneviş edilir. Meneviş, sertleştirmeden doğan gerginlikleri gidermek için uygulanan bir tavlama işlemidir.

7. PARÇA ŞEKLİNİN ETKİSİ.

Sertleştirilecek parçaların yalnız dış yüzeyleri sertleştirilecekse, sementasyon için, karbon oranı en çok % 0,25 olan çelikler kullanılır. Bu çelikler, normal olarak suda çok az veya hiç sertleşmez.

Sementasyon işleminde, iş parçaları, uzun süre karbon verici gereçler içinde ısıtılır. Bu sırada parçanın dış yüzeyinde karbon oranı artar. Bu yüzden parçanın tümü ısıtıldığı halde, daha sonra uygulanan su verme (Soğutma) işlemi sırasında yalnız karbonca zenginleşen dış yüzeyleri sertleşir.

Sementasyon işleminde kullanılan karbon verici cisimler, katı, sıvı ve gaz halinde olur. Katı haldeki sementasyon tozları, daha çok parçaların kısmi sertleştirilmesinde kullanılır. Bu tozların elverişsiz yönü,

karbon vermelerinin çok yavaş ve bu yüzden uzun bir tavlama süresini gerektirmesidir. Sıvı haldeki sementasyon tuzları, daha çok Siyanür bileşiklerinden oluşur. Siyanürlü gereçlerin kullanılmasıyla karbonlama süresi çok kısaltılır. Buna karşılık parçaların kısmi sertleştirilmesinde, sertleşmesi istenmeyen kısımların uygun boyalarla örtülmesi pek kolay olmaz. Çünkü kullanılan bu boyaların tuz banyosunun özelliğini bozması gerekir. Sıvı sementasyon gereçleri bu yüzden daha çok, tüm yüzeyi sertleştirilecek parçalarda kullanılır.

Tuz banyosunda, parçanın karbon alma hızı, yaklaşık olarak 0,1 mm/saat dir. Diğer sementasyon yöntemlerinde bu hız çok daha düşüktür.

Azot gazı kullanılarak yapılan yüzey sertleştirmesine NİTRÜRASYON adı verilir. Bu yüzey sertleştirme yönteminde parçalar, azot gazı içinde tutularak ısıtılır. Parçaların üst yüzeyi azotu emerek, çok ince bir nitrür tabakası ortaya çıkar. Soğutulan parçaların üst yüzeyi cam gibi sert olur. Bu işlem ancak özel amaçlar için kullanılır. Çünkü sert tabakanın kalınlığı çok incedir.

Gaz halindeki karbon vericilerden en çok havagazı ve propan gazı kullanılır. Bu gazlar içinde, kalın bir karbonlama tabakası elde edilir. Bunun için gerekli olan, bileşimleri, istenilen sertlik derecesini verecek şekilde hazırlanan, aşamalı ıslah çelikleri kullanılır. ıslah çelikleri, uzun bir karbonlama süresini gerektirmez. Yalnız, sertleştirilecek olan yüzeyin kısa bir süre içinde tavlabilmesi için, güçlü beklere gerek duyulur.

Sementasyonda, parçanın yumuşak kalması zorunlu olan kısımları sertleştirmeyi oluşturan maddelere karşı korunur. Bazı durumlarda bu kısımlar, özel olarak hazırlanan gereçlerle örtülür. Bu örtü sementasyon sonunda, sertleştirme işleminden önce temizlenir. Bu işlem doğal olarak sementasyon işleminin maliyetini etkiler. Sementasyonun bu türünde, düzgün (Homojen) bir sertlik tabakası elde edebilmek için, tecrübeye, özenle çalışmaya ve uzun bir zamana gerek olduğu kolayca anlaşılır. Buna karşılık alevde sertleştirme işleminde bunlara gerek yoktur. Yalnız, kullanılan bekin, parçanın sertleştirilecek yüzeyine tam olarak uyması ve yalnız bu kısımların ısıtılması sağlanmalıdır.

Seri üretimde, alevde sertleştirmede kullanılan bekin daha çok simetrik parçalara uyması söz konusu olmasına karşılık, sementasyon işleminde, parça şeklinin pek etkisi olmaz.

Büyük iş parçalarının sementasyonu için, büyük fırınlara gereksinme duyulur. Fakat bu fırınlar çoğunlukla sertleştirme amacı için yapılmadık-

larından pek ekonomik olmaz. Buna karşılık, büyük iş parçalarının alevde sertleştirilmesinde, parçanın şekline göre hazırlanan oldukça ilkel araçlar kullanılır.

Özellikle büyük kesitli parçaların sementasyonla sertleştirilmesinde, hissedilir derecede gerilmeler ortaya çıkar. Parçanın dışı, içinden daha çabuk soğuduğundan, iç kısmın büzülmesi önlenmiş ve böylece iç kısımda, parçanın yapıldığı gerecin kopma direncini de aşan, kalıcı çekme gerilmeleri oluşur. Bu gerilmeler parçada, sertlik çatlakları veya zayıf noktalarda kırılmalar, çökilmeler ortaya çıkarabilir. Ortaya çıkan bu sakıncalı durumun, daha sonra yapılacak işlemlerle giderilmesi gerekir. Tavlama bu işlemlerden biridir. Tavlama sırasında, sert tabakanın ortadan kaldırılmamasına özen gösterilmelidir. Parçalardaki gerilmelerin en başta gelen nedeni, dış kabuk ile çekirdeğin yapısal farklılığıdır. Ortaya çıkan bu gerilmeler, sert tabakada yaprak şeklindeki çatlamalara yol açabilir.

Açıklanan bu elverişsiz durumların hiç birisine, alevde sertleştirme işleminde rastlanmaz. Çünkü parçaların iç kısımları ısıl işleminden etkilenmediğinden, iç kısımla dış kısım arasında kimyasal bakımdan hiçbir ayrıcalık ortaya çıkmaz.

8. PARÇA SAYISININ ETKİSİ.

Tavlama işlemlerinde kullanılan fırınlar genellikle, parça sayısı yüksek olduğu zaman ekonomik olur. Bu yüzden sözü edilen fırınlar ancak, seri üretim yapan modern atelyelerde kullanılabilir. Sertleştirme işlemleri, imalatın akışını aksatmadan ancak bu gibi tesislerde yapılabilir. Sertleştirilecek parçalar için imalat süresinden oldukça büyük bir pay tüketilir. Buna karşılık, alevde sertleştirme işlemi için kullanılan donatılar daima kullanılmaya hazır durumda bulunduğu ve çok kısa bir ısıtma süresini gerektirdiğinden hareketli bant üzerindeki üretimlerde kolayca uygulanır.

9. ENDÜKSİYONLA SERTLEŞTİRME.

Endüksiyonla sertleştirme işlemi, alevde sertleştirme yönteminde olduğu gibi ıslah çeliklerine uygulanır. Bu yöntem, kısmi yüzey sertleştirilmelerinde de kullanılabilir. Yalnız, sertleştirilecek iş parçasının şekline uygun bir yolun izlenmesi zorunludur.

ÇİZELGE 3. Endüksiyonla sertleştirmede kullanılan jeneratörler

Jeneratörün tanımı	Frekans (Herts)	Güç (Kw)	Verim (%)
Makina jeneratör	500 - 10000	1000Kw. ye kadar	0,70 - 0,85
Kıvılcıma karşı güvenli jeneratör	50000 - 500000	50Kw. ye kadar	0,50 - 0,70
Lambalı jeneratör	100000 - 3000000	100Kw. ye kadar	0,40 - 0,50

Alevde sertleştirme işleminde ısı, iş parçasının dışından verilmesine karşın, endüksiyonla sertleştirme işleminde parçanın içinde oluşturulur.

Bir bobin içine yerleştirilen iş parçası, donatının bir parçası olur. İş parçasının şekli, büyüklüğü ve istenilen sertlik tabakasının kalınlığı, jeneratörün gücü ile frekansının saptanmasında etken olur. Kullanılan jeneratör çeşitleri ve bunların teknik özellikleri, Çizelge 3 de gösterilmiştir.

Frekansı, 100.000 Herts ve daha yukarı olan endüksiyon akımları, biçimleri alevde sertleştirilmeye de uygun olan makina parçalarının endüksiyonla sertleştirilmesinde kullanılır. Frekansı 1000000 Herts den yukarı olan akımlar, kalınlığı, 20 mm. nin altında olan makine parçalarında, çok ince bir sertlik tabakası elde etmede kullanılır. Endüksiyonla sertleştirmede parçaların üst yüzeyinde çok büyük bir enerji birikimi oluşur. Gerekli olan enerji birikimi, ısıtılan parçanın her 1cm² si için, 1,0-1,5 KW arasında değişir.

Donatım giderlerinin çok yüksek olması (Alevde sertleştirme donatım giderlerinin 6-10 katı) ve bu giderlerin, işlem sırasında tüketilen enerji miktarıyla daha da artması, göz önünde tutularak, endüksiyonla sertleştirmenin en düşük güçlerde uygulanması gerekir. Bu yüzden yalnız küçük parçalar, endüksiyonla, alevde sertleştirmeden daha kısa bir süre içinde sertleştirilebilir. Orta büyüklükteki parçalarda ısıtma süresi, her iki yöntemde hemen hemen eşittir. Parçanın ölçüleri büyüdükçe, alevde sertleştirme daha ekonomik ve daha elverişli olur.

İşlem süresini kısaltmak için, alevde sertleştirmede, olanak bulunan durumlarda birkaç yatağın yerinin aynı anda sertleştirilmesi gerçekleştirilebilir. Buna karşılık, endüksiyonla sertleştirmedeki donatım giderlerinin yüksekliği bize, ancak her yatağın ayrı ayrı sertleştirilmesine olanak verir.

Silindirik iş parçalarında, dış yüzeylerin sertleştirilmesi için gerekli olan enerji tüketimi, her iki yöntemde yaklaşık olarak aynıdır. Buna karşılık, düz ve silindirik iç yüzeylerin (Delikler) sertleştirilmesinde, magnetik alanın şiddeti, bobinin dışında içindekinden daha zayıf olduğundan, alevde sertleştirme daha iyi sonuç verir. İş parçalarında sertleştirilen yüzeyde yumuşak kalması istenilen kısımların korunmasına, yalnız alevde sertleştirme yönteminde olanak bulunur. Ani kesit değişmesi olan yerlerde ve köşelerdeki ısınma, endüksiyonla sertleştirmede, KELVIN etkisi nedeniyle, alevde sertleştirmeye karşın çok daha yüksek olur.

Donatım maliyeti yüksek olduğundan, endüksiyonla sertleştirmedeki ekonomik parça sayısı, alevde sertleştirmedeki ekonomik parça sayısının çok üstündedir. Bu kadar yüksek sayıdaki parçalar da ancak küçük parçalar olur.

Çizelge 4 de bazı sertleştirme yöntemlerinin karşılaştırması yapılmıştır.

ÇİZELGE 4 Yüzey sertleştirme yöntemlerinin karşılaştırılması

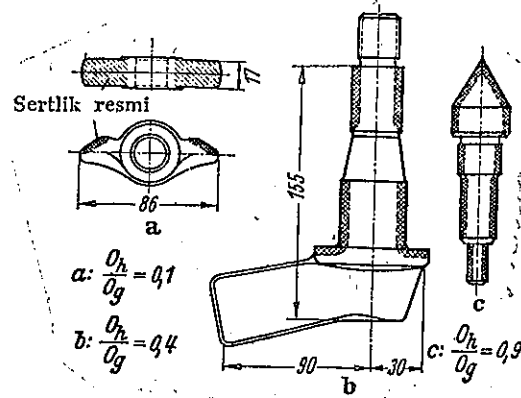
Isıtma şekli	Komple ısıtarak			Dışını ısıtarak	
Gereç	Sementasyon çeliği			İslah çeliği	
Araç	Sertleştirme fırını			Endüksiyon bobini	Bek
	Sertleştirme maddesi				
Sertlik derinliği mm	Toz 0,5-4,0	Tuz 0,2-2,0	Azot N ₂ 0,1-0,5	2-30	2-30
Parçanın şekline bağlılık derecesi	bağlı	mümkünse yüzey	bütün	düzgün parçaların kısmi olarak sertleştirilmesi	
İşlem maliyeti	yüksek	orta	düşük	düşük	
Enerji tüketimi	yüksek	yüksek	yüksek	düşük	

C. ALEVDE SERTLEŞTİRME YÖNTEMİNİN ELVERİŞLİ YÖNLERİ.

Alevde sertleştirme yöntemi daha çok bölgesel olarak, aşınmaya karşı olan miller, pernolar, dişli ve direksiyon kutularındaki muylular, dişli çarklar, hareket makara ve tekerleri v. b. makina parçalarının sertleştirilmesinde iyi sonuç verir. Takımların sertleştirilmesinde ise, yalnız yapı çeliğinden yapılmış olan takımlarda uygulanır. Buna karşılık, takım çeliğinin alevde sertleştirilmesi çok az uygulanır. Alaşımli takım çeliklerinde, parçaların üst yüzeylerinde oluşturulacak doku değişikliği için oldukça uzun bir ısıtma süresi gerektiğinden, bu çelikten yapılmış takım-

ların sertleştirilmesinde, alevde sertleştirme yöntemi pek iyi sonuç vermez.

Alevde sertleştirme çok tercih edildiği halde, birçok alanlarda yine de eski sertleştirme yöntemleri kullanılmaktadır. Kural olarak, sertleştirilecek yüzeyin parçanın bütün yüzeyine oranı ne kadar küçükse, sementasyon yöntemi o oranda elverişsizdir. Buna karşılık, büyük parçaların bütün yüzeyleri sertleştirilecekse, alevde sertleştirme daha ekonomik olur. (Şekil-5)



Şekil. 5 Parça şeklinin ve sertleştirilecek yüzeyin (oh), toplam yüzeye (Og) olan oranının, sertleştirme yönteminin seçimindeki etkisi.

- | | | | |
|---|----------|---------------|---|
| a | Manivela | $Oh/Og = 0,1$ | Alevde sertleştirme işlemine çok elverişli |
| b | Muylu | $Oh/Og = 0,4$ | Alevde sertleştirme işlemine elverişli |
| c | Punta | $Oh/Og = 0,9$ | Alevde sertleştirme işlemine elverişli değil. Çünkü sertleştirilecek kesitler, çok farklıdır, sementasyon işlemine daha elverişlidir. |

BÖLÜM II

Alevde sertleştirmenin teknolojisi

A. ALEVDE SERTLEŞTİRME İŞLEMİNİN YAPILIŞI.

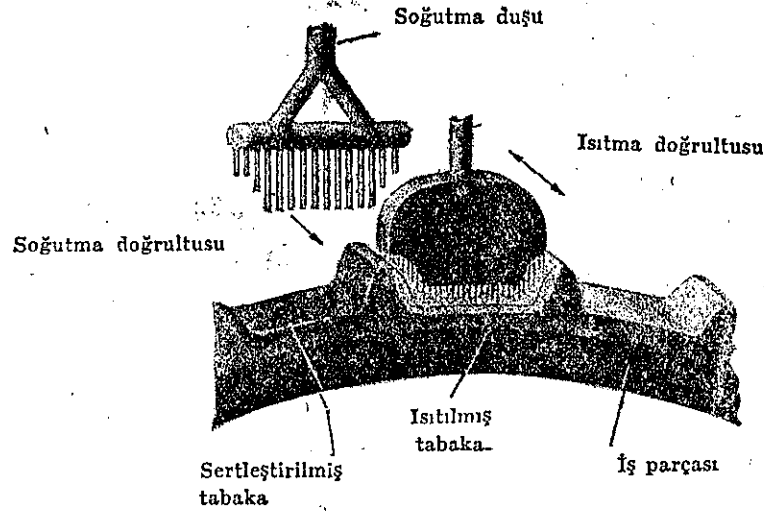
Alevde sertleştirme işleminde, önce, sertleştirilecek olan parçanın sertleştirilecek bütün yüzeyi, sertleştirme sıcaklık derecesine gelinceye kadar ısıtılır, sonra ani olarak soğutulur. Buna yüzey (Kabuk, kılıf) sertleştirilmesi denir; çünkü parçanın yalnız üst yüzeyi ısıtılmış ve soğutulmuştur. İşlemden parça, bir bek alevi yardımı ile ısıtılıp, bunu arkadan izleyen bir duş düzeneği ile çabucak soğutulmaktadır. Bu şekildeki sertleştirmeye, doğrusal veya çizgisel sertleştirme adı verilir; çünkü işlem sırasında parça, bir doğru veya çizgi boyunca ısıtılmış ve soğutulmuştur.

10. PENDEL YÖNTEMİNE GÖRE YÜZEY SERTLEŞTİRME.

Küçük, düzlemsel ve eğrisel aşınma yüzeyleri, kaynak hamlacı (Kaynak beki, şalomesi) ile veya yüzeye uygun biçimdeki profilli bir bek ile salınım hareketi altında düzgün olarak sertleştirme derecesine kadar ısıtılıp, sonra çabucak soğutulur Şekil 6.

Parça sayısı çok fazla olduğu zaman, salınım hareketi makina tarafından oluşturulan düzenekler kullanılır. Yoksa, örneğin, vana iticileri, tesbit civataları (Setuskur), kavrama dişlileri v.b. küçük parçalar çoğunlukla elle sertleştirilir. Daha küçük kesitli parçalarda ve yüzeyel biçimlendirme kalıplarında, gerekirse aynı anda iki bek birden kullanılması önerilir.

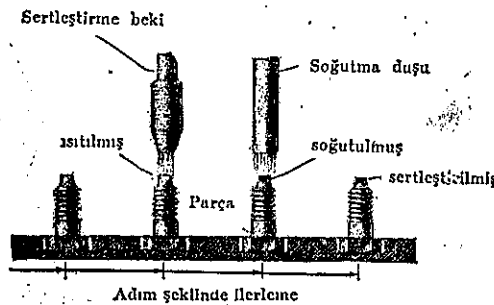
Kısa deliklerde örneğin, zincir baklalarında, alevde sertleştirme yöntemi iyi sonuç verir. Çelik dökümden imal edilen ve işlenmeden kullanılan, tekstil ve kağıt makinalarındaki liflere ayırma pervaneleri de alevde sertleştirilir. Alevde sertleştirmede ısıtma hızı, son derece düzgün olarak ayarlanabilir ve büyük sertlik derinliğine kolayca ulaşılabilir. Krank mil-leri ile hareket ileten millerin muyuluları, daha çok yan taraftan etkileyen bekler ile, muyuluyu çepeçevre saran duşu bulunan düzeneklerle soğutularak sertleştirilir. Bu gibi durumlarda Pendel bekleri yerine, dairesel (Sekman şeklinde) bekler iyi sonuç verir.



Şekil 6/ Pendel yöntemi ile bir zincir dişlisinin sertleştirilmesi

11. ALIN YÜZEYLERİN SERTLEŞTİRİLMESİ.

Dar yüzeylerin sertleştirilmesinde, bekin sertleştirilecek yüzey üzerinde, salınım hareketi yapmadan sabit olarak tutulması gerekir. Bu yöntem, diğer sertleştirme yöntemlerinin başarılı olmadığı karışık şekilli parçaların sertleştirilmesinde iyi sonuç verir.



Şekil 7. Baskı civatalarının uçlarının sertleştirilmesi



Şekil 8. Manivelanın sertleştirilmesi

Isıtıcı beki sabit olan ilkel aygıtlar, çalışma koşullarını çok kolaylaştırır. Örneğin, makas bıçakları, yan keskiler, ısıtıcı bekin önünde elle tutularak sertleştirilir. Eğer iş parçası için bir destek kullanılırsa, sertleştirilecek olan yüzeyin alevden gerektiği kadar uzakta (Önde veya altta) tutulması kolaylaşır. Şekil 8. deki manivela bu şekilde sertleştirilmektedir. Bu yöntem, üretimde otomasyon uygulanmasına olanak verir.

12. İŞ PARÇASINI ÇEVREDEDEN ISITARAK YAPILAN SERTLEŞTİRME

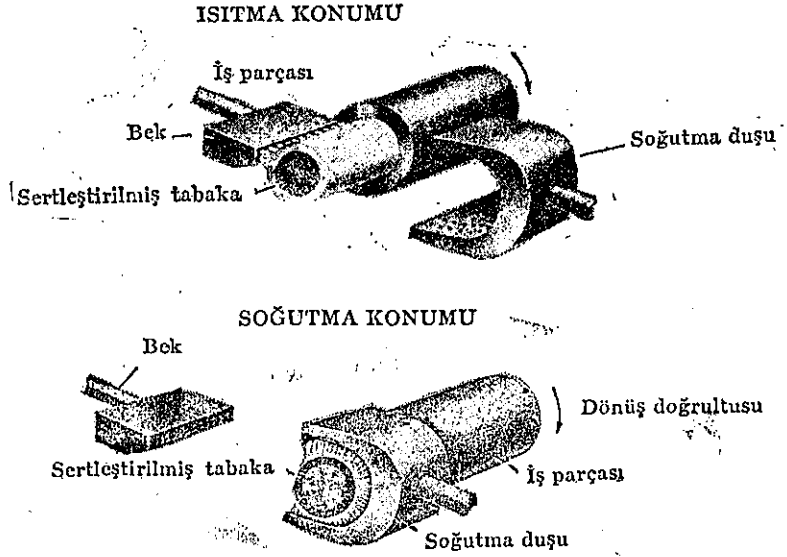
Millerin yatakları içinde kalan kısımları (Muylular), pimler, perno-lar ve miller dönme hareketi verilerek sertleştirilir. Bu yöntemde önce, milin sertleştirilecek olan muylu kısmının uzunluğunda ve onu çepeçevre saran bir bek hazırlanır. Mil düzgün ve sürekli bir dönme hareketi yaparken, muylunun üst yüzeyi sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır. Alevin parçaya dik gelmesi ve alev özünün olabildiğince parçanın yüzeyine yaklaşabilmesi için, bekin parçayı yakından izlemesi, fakat asla dokunmaması gerekir. Alev doğru ayarlanırsa bu aralık, 5-6 mm. arasında olur.

İş parçasına 120 ve 180 derecelik açılar altında etkileyen ikili bekler kullanılırsa (Şekil 10), ısıtma süresi ve enerji tüketimi, aynı güçteki tek bekli donatılardan % 20-30 kadar daha az olur. Bu usulde, ısı alışverişi çok az olduğundan, yüzeydeki sertlik derinliği az ve çekirdekteki sıcaklık düşmesi oldukça çok olur. Büyük çaplı iş parçalarında, bütün yüzeyi örten bir alev halkası elde edebilmek için, üçlü veya daha çoklu bekler tercih edilir. Böylece parçaların üst yüzeyinde yanma olayları engellenmiş olur.

Sertleştirilecek olan iş parçasına verilecek olan dönme sayısı, iş parçasının çapına göre en çok 80-120 Dev/dak. arasında değişir. Buna karşılık, iş parçasının çevresel hızı 10 m/dak nın altında olmamalıdır. Yalnız çevresel sertleştirmede özel olarak, kademesiz bir devir sayısını değiştirme usulü düşünülebilir.

Isıtma süresi, ısıtıcının gücüne, iş parçasının çapına, sertleştirme sıcaklığına bağlı olarak değişir. Büyük parçalar için, oldukça güçlü ısıtıcılar gerektiğinden, bu yöntem, uzun yıllar ancak büyüklükleri sınırlı olan parçaların yüzeylerinin sertleştirilmesinde kullanılabilmektedir.

Bugün gaz ve sıvı yakacaklar kullanılarak, büyük enerjiler kolayca sağlanabildiğinden, daha büyük çaplı iş parçalarını sertleştirme olanağı bulunabilmektedir. Bu amaçla, 1500 mm. çapında ve 300 mm. genişliğindeki



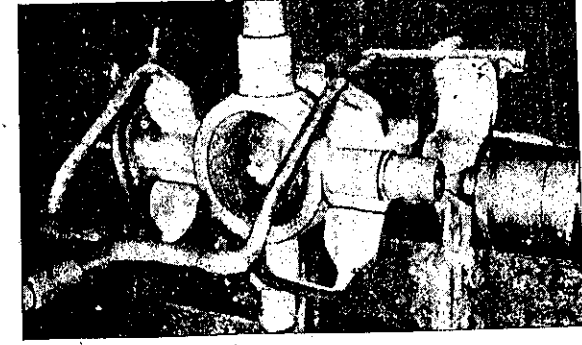
Şekil 9. Çevreden ısıtılarak yapılan sertleştirme

- 1 — İşlem: Dönmekte olan milin muylu kısmının bekle ısıtılması
- 2 — İşlem: Sertleştirme sıcaklık derecesine kadar ısıtılan muylunun, bek geri çekilir çekilmez bir duş aracı ile soğutulması.

İş parçalarını sertleştirmek için, 3.000.000 Kcal/saat gücündeki yüzey sertleştirme makineleri seri olarak üretilmektedir.

Sertleştirilecek parçaların, yükleme yerinden ısıtma yerine ve oradan da soğutma yerine iletilmesi sırasında, mıknatıslı vanalar aracı ile, enerjinin veya soğutma sıvısının akımı otomatik olarak ayarlanır.

Sertleştirme otomatlarının iyi yönü, birçok muylunun aynı anda sertleştirilebilmesi ve her iş parçası için belli zaman aralıklarında birbirini izleyen, ısıtma, soğutma ve iş parçasının değiştirilmesi gibi işlemlerin, otomatın ayrı istasyonlarında aynı anda yapılabilmesidir. Otomatlarda işlem süresi, yalnız ısıtma zamanına bağlı kalmış olur. Bu da parça çapının her bir mm. si için, yaklaşık olarak 0,5-1,0 saniye alınabilir. Yalnız büyük faturalı veya yanaklı iş parçalarında, örneğin, krank millerinde bu süre, aranan sertlik derecesine ulaşılacak şekilde ayarlanır.



Şekil 10. Çevreden ısıtma yönteminin uygulanması ile ilgili bir örnek. Burada, diferansiyel kroyzun (Haç şeklinde) aynı eksen üzerindeki yataklama kısımları (muyluları) aynı anda sertleştiriliyor.

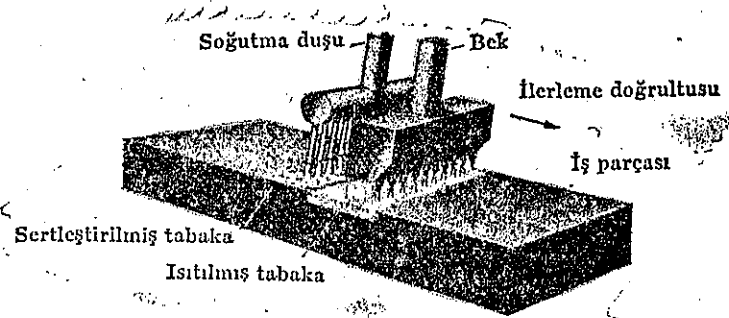
13. İLERLEME YÖNTEMİNE GÖRE ÇİZGİSEL SERTLEŞTİRME.

Bu yöntem daha çok düzlemsel yüzeylerin sertleştirilmesinde kullanılır. Bu yöntemde soğutucu duş, dolaylı olarak ısıtıcı beki izlediğinden, sertleştirme yalnız dar bir yüzeyde olur. Zira yalnız bu kısım sertleştirme sıcaklığına erişir. (Şekil 11). Isıtıcı alevin özü, parça yüzeyine dokunmamakla beraber, olabildiğince yakın tutulmalıdır. Bu amaçla bek, iş parçasına 5-6 mm. ye kadar yaklaştırılabilir. Özellikle şu noktayı göz önünde bulundurmamak gerekir: Eğer bir yüzeyin tamamı sertleştirilecekse, bekin ısıtma boyunun biraz kısa tutulması, bu amaçla da alevin her iki kenardan 2-3 mm. kadar uzak tutulması iyi sonuç verir. Buna karşılık, eğer yüzeyin yalnız belli bir kısmı, şerit şeklinde sertleştirilecekse, o zaman bek alevinin yan taraflarda 3-4 mm. kadar taşması gerekir. Yoksa yan taraflarda ısının yayılması yüzünden, sertleştirilen şerit daha dar olur.

Sertleştirme başlangıcında, parça yüzeyinin sertleştirme sıcaklığına kadar ısınması için, bek, parça üzerinde kısa bir süre sabit tutulur. Bu ilk ısıtma süresi, nadiren 10 saniyenin üstünde olur, çok defa daha kısa sürer. Eğer parça sonuna kadar sertleştirilecekse, bekin, parçanın sonuna doğru gittikçe yavaşlayacak şekilde hareket etmesi gerekir. Böylece parça kenarının aşırı derecede ısınarak, soğumadan sonra çatlaması veya pul pul dökülmesi önlenmiş olur. Duşun parçanın en uç kenarını da soğutabilmesi için, bekin, parçadan yeteri kadar uzaklaşması gerekir. Bu çalışma şekli, en çok dişli çarkların sertleştirilmesinde iyi sonuç verir.

Esas olarak sertleştirme, yatay veya düşey doğrultuda yapılabilir, bütün yüzeyleri sertleştirilecek parçanın daha iyi gözetlenebilmesi bakı-

mından, düşey olarak tutulması gerekir. Örneğin, demiryolu raylarında, briket kalıplarının pres zimbalarında v. b. işlerde bu şekilde hareket edilir.

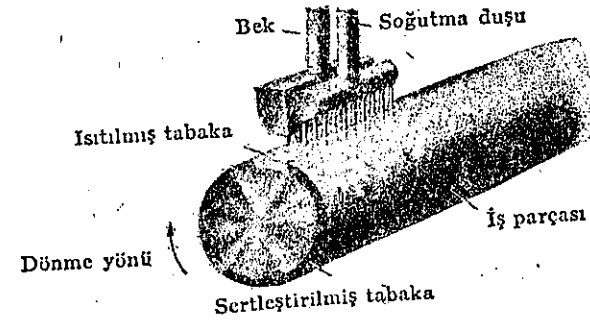


Şekil 11. İlerleme yöntemiyle sertleştirme

14. İŞ PARÇASINA DÖNME HAREKETİ VERİLEREK YAPILAN SERTLEŞTİRME.

Büyük çaplı parçaların bu yöntemle sertleştirilmesinde, iyi sonuç alınır. Şekil 12 de görüldüğü gibi, bekin ısıttığı yüzey, onun hemen yakınındaki duş tarafından soğutulur. Bu usulde, sertleştirilen bölgenin başlangıç ve bitiş noktalarında, aşırı derecede ısınma olduğundan bu kısımların daha sonra meneviş yapılarak normalleştirilmesi gerekir. Bu elverişsiz durumu zararsız bir ölçüye indirebilmek için, bekin hemen arkasına soğutma duşu yerleştirilmiştir. Böylece bekin alevi, duşun suyunu sürekli olarak ittiğinden sertleştirme için gerekli olan en uygun soğutma şekli elde edilmiş olur. Bu işlem yapılırken gereçlerin meneviş gevreklikleri özellikle göz önünde tutulur. Bu amaçla alevin ilerleme hızı milimetrik olarak ayarlanır. Böylece kayış kasnakları, vinç tekerleri, takım tezgahları ile paketleme makinalarında kullanılan iletme parçaları, kamlar v. b. parçaların yüzeylerinin alevde sertleştirilmesinde bu yöntem oldukça geniş bir şekilde kullanma alanı bulur. (Şekil 21, 22 ve 23).

Sertlik derinliğinin daha çok olması gereken durumlarda, donatıma ek olarak bir ön ısıtma (tavlama) beki konur. Bu ön tavlama beki ile sertleştirme bekinin hareketi o şekilde ayarlanır ki; önce yalnız ön tavlama beki çalışır, sertleştirme beki ise, ancak tavllanmış bölgeye ulaşıncaya çalışmaya geçer. Böylece sertleştirme işlemi başlayıp, parçanın bütün çevresinde devam eder. Bu sırada sertleştirilmiş olan bölgenin korunma-



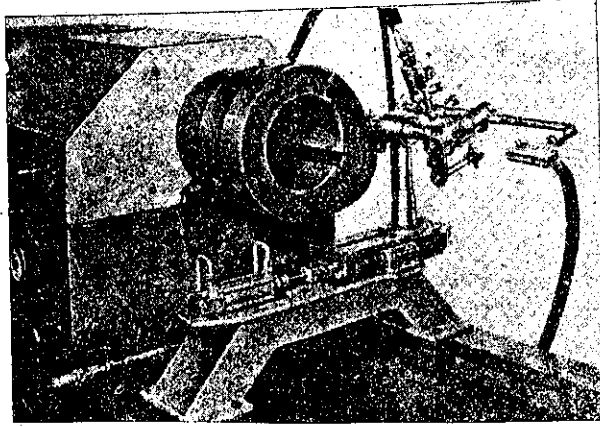
Şekil 12. Döner hareketle sertleştirme

sı için, ön tavlama beki ile birlikte önde hareket eden bir duş daha kullanılır. Ön tavlama beki, sertleştirilmiş olan bölgeye gelir gelmez, önde giden bu duş otomatik olarak harekete geçer. Aynı şekilde sertleştirme beki de, sertleştirilmiş bölgenin başında söner. Parçanın hareketi ise, sertleştirme bekinin duşu, sertleştirme bölgesinin sonuna gelince kendiliğinden son bulur (Şekil 19).

Ön tavlama beki bulunan donatılar, büyük yüzey sertlikleri elde etmede veya yüksek hızlarla çalışmada çok iyi sonuçlar verir. Genellikle büyük çaplı tekerlerin sertleştirilmesi bu yolla yapılır. Aşınmaya karşı çalışan parçaların uzun ömürlü olması için, sertliklerinin yüksek olması zorunludur. Bu gibi durumlarda çevreden sertleştirme yöntemi büyük önem kazanır. Bununla beraber parçayı çepeçevre saran alevli beklerle yapılan çevresel sertleştirmeye karşın daha geride kalır.

Alın dişlilerde, alın yüzeylerinin sertleştirilmesi, düz yüzeylerin alevde sertleştirilmesi gibi yapılır. Dişlerin yan yüzeylerinin sertleştirilmesinde, açılal hız farkının göz önünde tutulması gerekir. Bunun için ya, yanma kesiti dışarıya doğru genişletilir, yahutta bekin iş parçasından olan uzaklığı içe doğru büyütülür.

Sayıları çok fazla olan büyük kavisli parçalar ile, ayar ve iletme çubukları, kızaklar yardımcı ile sertleştirilir. Bekler, amaca göre, yay veya manyetik kuvvetlerle makaralar üzerinde sertleştirilecek olan iş parçasına doğru itilir. Kavisleri düşey konumda olan, diğer bir deyişle, yatayla eğimi 25 dereceden çok olan parçaların sertleştirilmesinde, alev huzmesinin sertleştirilecek olan parçaya her an dik olarak yaklaşabilmesi için, parçanın veya bekin hareketli olarak bağlanması gerekir. Şekil 13. de büyük kamların alevde sertleştirilmesinde kullanılan bir kopya donatımı gösterilmiştir.



Şekil 13. Bir gemi dizel motoru kamının, şekil 16 da görülen yatay sertleştirme makinasında, kopya donatımı kullanılarak, alevde çevreden sertleştirilmesi.

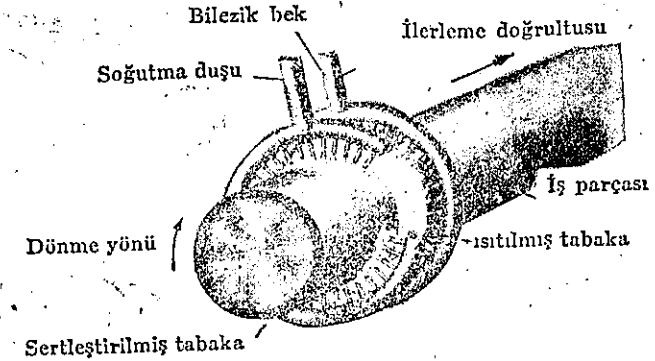
15. İŞ PARÇASI DÖNERKEN, ÇEVREDEN ISITAN BEKİN, PARÇA EKSENİ DOĞRULTUSUNDA İLERLETİLMESİYLE YAPILAN SERTLEŞTİRME.

Boyu çok uzun olan millerin sertleştirilmesinde, halka veya sekman şeklindeki bekler ve bunlara bağlı duşlar kullanılır. İşlem sırasında, bek ile duş, dönme hareketi yapan milin çevresini sarar ve mili bir ucundan diğer ucuna kadar düzgün doğrusal bir hareketle izler. Böylece mil üzerindeki tek ilerleme hareketinde, sertleştirme işlemi tamamlanmış olur. (Şekil 14).

Sekman şeklindeki bekler, bilezik şeklindeki beklerden daha elverişlidir. Çünkü bilezikli beklerde, mil, sertleştirme boyunca bekin içinde kaldığı halde; sekman beklerin istenildiği zaman milden kurtarılıp dışarı çıkarılması mümkündür. Bununla beraber, bilezikli beklerin çalışma alanı sekman beklerinkinden daha geniştir. Bilezikli beklerde, en küçük mil ile en büyük mil arasındaki fark, 75 mm. ye kadar çıktığı halde; sekman beklerde bu fark 25 mm. yi geçmez. Kısacası, her iki usulde de, az sayıdaki bekle çok çeşitli sertleştirme olanağı vardır. Dolu millerde durum daima aynı kaldığından, ilerleme hızı daha yüksek seçilebilir. Çevreden ısıtılan beklerle yapılan sertleştirme yöntemleri, 20-1500 mm. çapındaki millerin kusursuz olarak sertleştirilmesine olanak verir. Deliklerin sertleştirilmesinde en küçük iş çapı (Delik çapı), 25 mm. kadardır. Daha küçük çaplı deliklerin sertleştirilmesinde kullanılan beklerin

ömrü, özellikle sertleştirme boyu çok uzun olduğu zaman, oldukça kısa olur.

Bu yöntemle iş parçalarının içten veya dıştan güvenli olarak sertleştirilmesi için, et kalınlığının 5 mm. den az olmaması gerekir. Eğer parçalar şekil 90 da görüldüğü gibi, aynı anda hem içten ve hem de dıştan sertleştirilirse, o zaman güvenli bir sertleştirme için, et kalınlığının 7 mm. den az olmaması gerekir. Her iki yüzdeki sertlik tabakasının kalınlığı yuvarlak olarak 2,5 mm. ye ulaşınca parçanın çekirdek kısmı da oldukça dayanıklı bir yapıya kavuşur.



Şekil 14. Bir milin bilezik şeklindeki bekle çevreden ısıtılmak suretiyle alevde sertleştirilmesi.

16. SERTLEŞTİRME YÖNTEMİNİN SEÇİMİ.

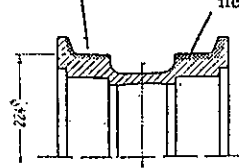
Rastgele bir seçimle en uygun yöntemin saptanması güvenli olmaz. Örneğin, kanalları düz olan kamalı bir milde, dış üstü çapı ile dış dibi çapı arasındaki fark az olduğu zaman, çevreden sertleştirme ile sonuca en kolay olarak ulaşılır. Buna karşılık, kanalları daha derin olan kamalı millerde, dış üstü çapının daha çok ısınarak kolayca bozulmasını önlemek amacı ile, çevreden doğrusal (Çizgisel) sertleştirme yöntemi tercih edilir. Pratikte her iki yöntemle gecikmesiz bir sertleştirme yapılabilir. Pratikte her iki yol aynı derecede başarılı olarak kullanılmaktadır. Kamalı göbekler için, de aynı sonuç geçerlidir. Çevreden dairesel sertleştirme yöntemi, çevreden doğrusal sertleştirme yöntemine karşılık, otomatik çalışmaya daha elverişli olduğundan büyük parça sayıları için, çevreden dairesel sertleştirme tercih edilir. Bu yöntemde bekin toplam enerji tüketimi artırmakla beraber, parça başına düşen tüketim değişmez (Çizelge. 5).

Çizelge. 5 Boyutları $\varnothing 22 \times 300$ mm. olan bir pernonun alevde, 2 mm derinlikte sertleştirilmesi

	Bağlanan güç		Sertleştirme süresi	Parça başına gaz tüketimi		Üretim gücü parça/saat
	Hava-gazı	O ₂		Hava-gazı	O ₂	
	Nm ³ /parça		Dakika	Nm ³ /parça		
Çevreden dairesel sertleştirme	72.0	12.5	12	0.24	0.16	275
Çevreden doğrusal sertleştirme	47.5	8.2	60	0.22	0.15	30

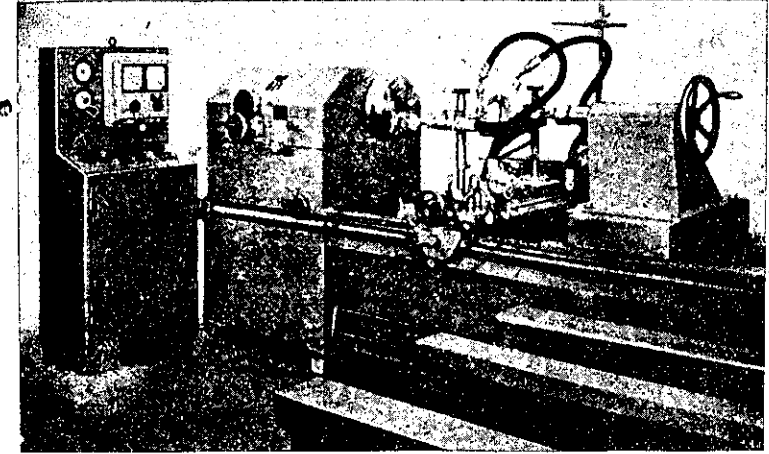
Çevreden doğrusal ısıtma ile sertleştirme

Çevreden dairesel ısıtma ile sertleştirme



Kullanılan yöntem	Çevreden doğrusal ısıtmayla sertleştirme	Çevreden dairesel ısıtmayla sertleştirme
Bağlanan güç		
Havagazı Nm ³ /saat	30,0	53,0
Oksijen Nm ³ /saat	25,9	32,0
Sertleştirme süresi Dak.	İlerleme: 9,0 Değiştirme: 1,0 Toplam: 10,0	Isıtma : 1,66 Soğutma : 1,34 Değiştirme : 0,50 Toplam : 3,50
Tüketilen gaz		
Havagazı Nm ³ /saat	4,6	1,5
Oksijen Nm ³ /saat	3,6	0,9
Gereç	CK 45	42 Cr M04
Yüzey sertliği Rc	58±2	58±2
Sertlik derinliği mm.	3—4	6—8

Şekil 15. Zincirli taşıt araçlarında kullanılan makaraların alevde sertleştirilmesinde, uygulanan sertleştirme yönteminin, sertleştirmenin süresine ve sertlik derinliğine olan etkileri.

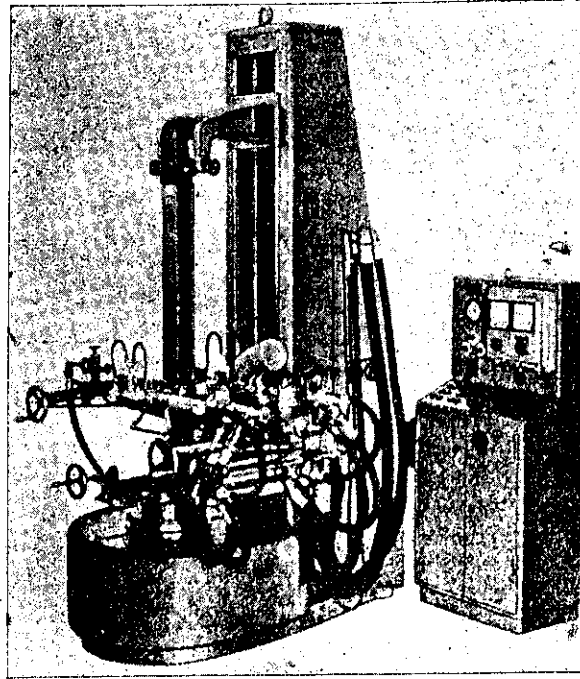


Şekil 16. Yatay konumdaki universal sertleştirme makinası. Çapları 450 mm. ye kadar dingiller, miller ve hadde silindirlerinin çevreden dairesel sertleştirilmesinde, çapları 1000 mm. ye kadar tekerlerin çevreden doğrusal sertleştirilmesinde ve çapları 600 mm. ye kadar sonsuz vidalarla tarak silindirlerinin veya düz ve porilli yüzeylerin doğrusal sertleştirilmesinde kullanılır.

Makaraların çevreden doğrusal sertleştirilmesinde (Şekil-15) oluk içinde yeter derinlikte bir sertlik tabakasının elde edilmesi güç olduğundan; kanal kenarları kısa bir süre içinde aşınırdı. Ön tavlama olanağı bulunan donatılarla bile, alaşımsız karbonlu çeliklerde sertlik derinliği ancak 3-4 mm. ye kadar çıkıyordu. Buna karşılık, 42 Cr Mo4 yapısındaki gereç kullanıldığı zaman sertlik derinliği 6-8 mm. yi buluy. Bu sırada bekin bağlandığı güç % 75 artarken, işlem süresi % 30 ve parça başına gaz tüketimi % 38 azalır. Böylece daha pahalı ve dolayısıyla kaliteli gereç seçerek, enerjiden ve işçilikten tasarruf sağlanmış ve sertleştirilen parçanın ömrü de uzatılmıştır.

17. SERTLEŞTİRME MAKİNALARINDA BULUNMASI GEREKEN ÖZELLİKLER.

Sertleştirme makinalarında, ayarlama süresinin olabildiği kadar kısa olması için, bek ve düşler kolayca değiştirilebilmelidir. Bek ve düşun, sertleştirilecek yüzeye kolayca yaklaştırılabilmesi olanağı bulunmalıdır. Bunun için bek ve düşun her üç doğrultuda kolayca hareket ettirilebilmesi gerekir. Eğer yüzeyin şekli, bekin kendi kızıağı doğrultusunda paralel olarak hareketini engelliyorsa, amaca uygun özel bir kızıağın yapımı da ekonomik olmuyorsa, bek, iş parçasının konumuna göre elle hareket et-



Şekil 17. Düşey konumdaki sertleştirme makinası: Çevreden dairesel hareketli, çevreden ve doğrusal hareketli sertleştirmeler için kullanılır. Hareket kızaklarının her iki yüzeyini aynı anda sertleştirmek bu makinada mümkündür.

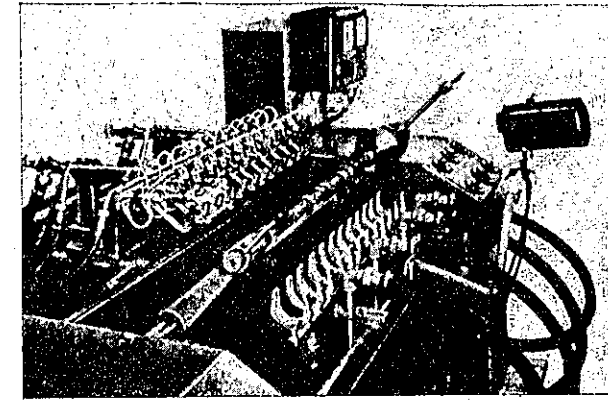
tirilebilmeli ve sertleştirme kusursuz olarak yapılabilmelidir. Bazen bekin iki doğrultuda hareketi amaca yetmektedir.

Makinada kullanılan bağlama düzeneklerinin, ısınmadan dolayı oluşan genleşmeleri dengeleyecek durumda bulunması gerekir; yoksa çekme olayı ortaya çıkar. Dayama ve merkezleme düzeneklerinin, iş parçalarının ayarının kolaylaştırması için olabildiğince hafif olması gerekir.

Kullanmanın kolay olması için, bütün ayar ve kontrol organları el altında bulunmalı, ayar hareketleri duyarlı ve sertleştirilen yüzey iyi gözetlenebilmelidir. Bu nedenle, döner silindirik parçaların veya düz yüzeylerin sertleştirilmesinde parçalar, yatay konumda (Şekil 16), buna karşılık iki veya daha çok sayıdaki yüzeyin aynı anda sertleştirilmesinde ise, parçalar, düşey konumda yerleştirilmelidir (Şekil 17). Bundan başka kullanma yerinin, rahatsız edici hortumlardan ve püskürtme suyundan korunmuş olması gerekir.

Konuların açıklanması için bu kitapta gösterilen makinalar, PAUL FERD. PEDDINGHAUS, GEVELSBERG (Westf.) firmasının imalatlarındandır. Yazar bu makinaları, sadece endüstride kullanılan çeşitli sertleştirme yöntemleri ile, yardım çarelerine örnek olmak üzere seçmiştir. Diğer firmaların makinalarından daha üstün olduğu hususu düşünülmüştür.

Çevreden sertleştirme yönteminde, amaca göre, bek ve düş sabit olarak, iş parçası ise hareketli yerleştirilebilir (Şekil 18). Böylece hortumlar daha kısa ve sertleştirme etkisi daha derli toplu olur. Tek amaçlı makinaların otomatik duruma getirilmesi olanağı vardır.

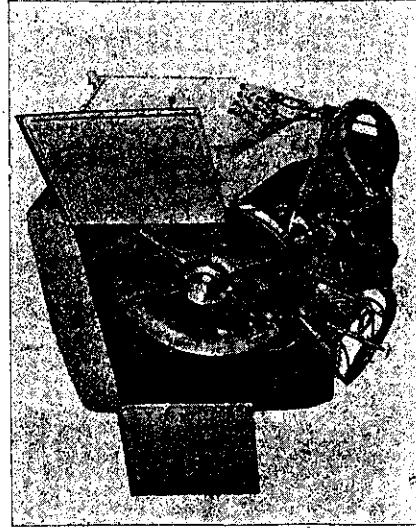


Şekil: 18 Yatay çevreden dairesel sertleştirme makinasında bir kam milinin sertleştirilmesi.

Makinada iş parçasına otomatik hareket veren bir dişli kutusu vardır.

İlerleme yöntemine göre, teker şeklindeki iş parçalarının sertleştirilmesinde amaca göre, bek sabit, iş parçası ise hareketli olabilir. (Şekil 19). İlerleme yöntemine göre düz iş parçalarının sertleştirilmesinde, sertleştirme uzunluğu genellikle çok büyük olduğundan, hafif olan beklerin hareketli, buna karşılık iş parçasının sabit tutulması iyi sonuç verir. Böylece hortumlar, doğal olarak daha düzenli ve karışmadan yerleştirilerek, büküm yerleri korunabilir.

Hareket ve kılavuz tekerleri ile halat makinalarının, fren diskleri ile pistonların sekman kanallarının sertleştirilmesinde kullanılan bu makinada, ön ısıtıcı ile ısıtma beki, otomatik olarak birbirine karşı yerleştirilmiştir.



Şekil 19. Teker şeklindeki parçaların çevreden doğrusal sertleştirme yöntemine göre sertleştirilmesinde kullanılan bir makina.

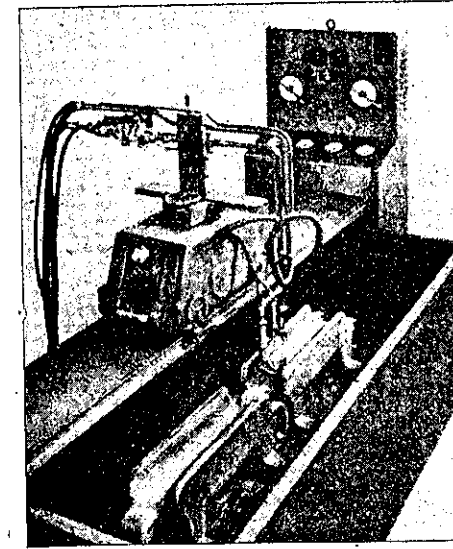
İlerleme yöntemine göre doğrusal hareketli sertleştirme için, taşınabilir konumdaki bütün oksijenle kesme aparatları kullanılabilir. (Şekil 20). Bu aparatlarda tutma boruları ile bekin yerleştirilmesi çok kolaydır. Sevk kızıağı veya rayı üzerinde, yüksekçe bir yere yerleştirilen su kabı süzgeçli olup, sabit veya hareketli olabilir. Böylece sertleştirilecek olan iş parçasına oldukça rahat bir şekilde yaklaştırılabilir. Aparat, ağır iş parçaları üzerine geçici olarak monte edilebilir.

Bu makinelerin ayar kapasiteleri yeterli olup; ilerleme hızı makinaya takılmış bulunan bir takometreden kolayca okunabilir. Arabalı aparatlar, büyük kavisli parçalarla büyük çaplı bileziklerin sertleştirilmesinde kullanılabilir. (Şekil 21).

Eğrisel yüzeylerin sertleştirilmesinde amaca göre iş parçası ve bek aynı anda hareket ederler (Şekil 22).

Şekil 23 deki makinada, iş parçalarının çok çabuk bağlanmasına olanak veren mıknatıslı bir bağlama plakası vardır. Bağlama sırasında sertleştirilecek olan eğrisel yüzeyin (kamın) ağırlık merkezinin, dönme eksenine gelmesine özen gösterilir.

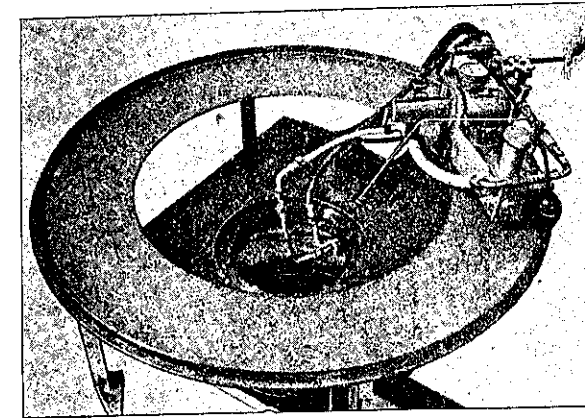
Çeşitli biçimdeki eğrilerin (kamların) kolayca sertleştirilebilmesi için, mıknatıslı tabla 90 derece dönebilir. Bu sırada bek, şekil-23 de gösterilen tambur şeklindeki kam örneğinde görüldüğü gibi elle yönetilir.



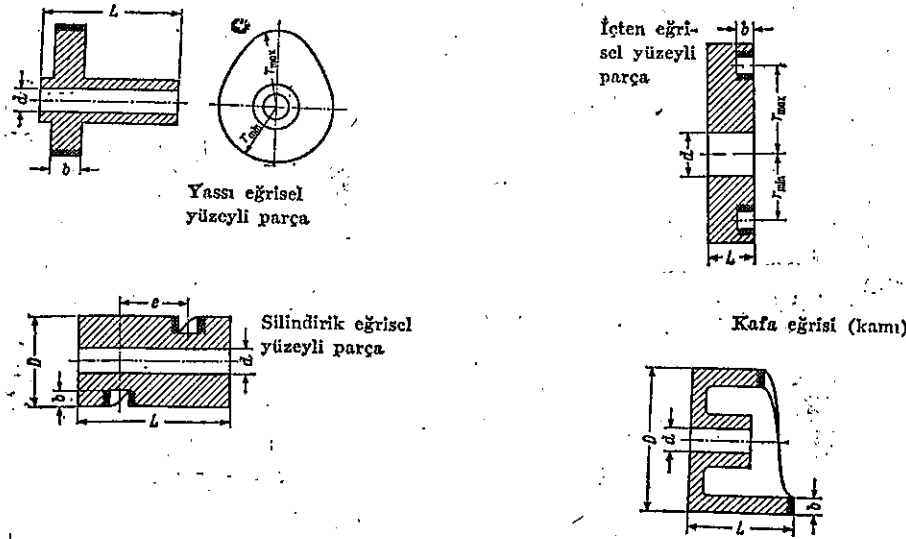
Şekil 20. İlerleme yöntemi ile doğrusal sertleştirme için bek taşıyan bir araba.

Yatay eğriler (kamlar) sertleştirilirken, öndeki taşıyıcıya, bek için bir destek bağlanır. Sertleştirme işini yapan kimse makinanın önünde oturur.

Kademesiz olarak değişen ilerleme hızı, gereç yığılması olan yerlerde, ayak pedalı veya şalteri yardımı ile geçici olarak düşürülebilir. Böylece



Şekil 21. Arabalı aparatın, geçici olarak, büyük çaplı bir iş parçası üzerine monte edilerek kullanılışı



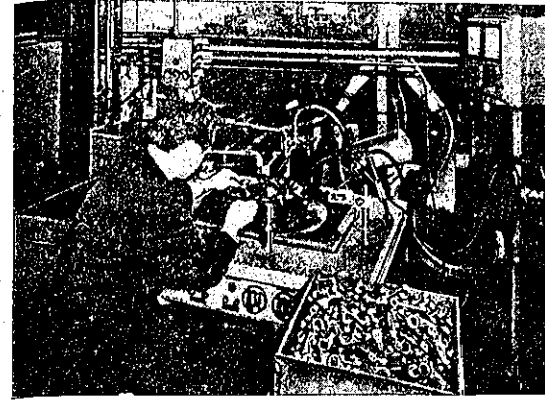
Şekil 22. Eğrisel yüzeyli iş parçaları (örneğin kamlar). Bu gibi parçalar, şekil 23. de gösterilen, kam sertleştirme makinesinde sertleştirilir.

en karışık biçimli eğriler (kamlar) bile, kolay ve güvenli bir şekilde sertleştirilebilir.

18. SERTLEŞTİRME DONATIMLARININ KURULMASI

Sertleştirme donatımları, kullanma amacına göre kurulur. Belli bir iş parçasını sertleştirmek için yapılmış özel bir makina, şekli-24 de gösterilmiştir. Bu makina, parçaların taşınması için ayrı bir transport bandı yoktur. İşçinin çalışma yeri oldukça uygun seçilmiştir.

Donatımı basitleştirmek için, çok amaçlı makineler de yapılmıştır. Bu makinalardaki transport düzenekleri oldukça basit olduğundan; kullanma olanağı çok geniştir. Çeşitli atelyelerden oluşan işyerlerinde, üretilen çeşitli iş parçalarının herbiri için, özel makineler kullanılması ekonomik olmayabilir. Bu gibi durumlarda, ana sertleştirme atelyesine, alevde sertleştirme makineleri de yerleştirilir. O zaman, sertleştirmecinin, sertleştirme sıcaklığını iyi ayarlayabilmesi için, havalandırılması normal, çok aydınlık olmayan fakat düzgün ışıklandırılmış odalar tercih edilmelidir.



Şekil. 23



Şekil. 24

Şekil 23. Kademesiz olarak devri ayarlanan, mıknatıslı bağlama aynası bulunan ve şekli 22 de gösterilen kamları sertleştirmekte kullanılan elle ısıtmalı bir sertleştirme makinası.

Şekil 24. Küresel pernelar ile manivela kollarının seri olarak sertleştirilmesinde kullanılan bir sertleştirme otomati.

B. YANICI GAZLAR VE SERTLEŞTİRME BEKLERİ.

19. YANICI GAZLAR.

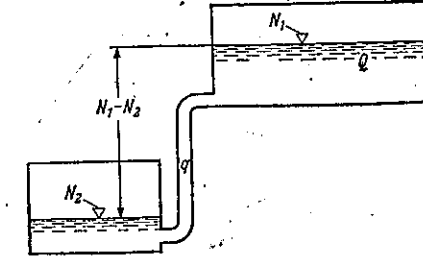
Alevde sertleştirme işleminde gerekli olan ısıyı elde edebilmek için, çok güçlü alev gereksinime duyulur. Bu nedenle, endüstride kullanılan yanıcı gazların pek azı bu amaçla kullanılabilir. Havagazı, asetilen başta olmak üzere, propan, bütan, yergazı ve hidrojen en çok kullanılan gazlardır. (Çizelge. 6). Isıl değeri düşük olan gazlar, örneğin Jeneratör gazı bu işe elverişli değildir.

20. YANMA.

Bek içinde oksijenle karışan yanıcı gazın yanma hızı, havadaki yanma hızından 10 kat daha büyüktür. En uygun karışım oranları, (Gaz/oksijen) Çizelge. 7 de verilmiştir. Karışım oranının yanında, diğer yanma koşulları da normal olmalıdır. Alevde sertleştirme işleminde kullanılan yanıcı gazların çeşitli temet özellikleri (Çizelge. 6), hidromekanik bir karşılaştırmadan yararlanılarak daha iyi açıklanabilir. (Şekil. 25).

Çizelge. 6 Yanıcı gazların temel özellikleri

Temel özellikler:	Havagazı	Methan	Propan	Asetilen	Hidrojen
Yukarı yanma ısı Kcal/m^3	4300 - 4600	9527	24320	14090	3050
Aşağı yanma ısı Kcal/m^3	3800 - 4100	8562	22350	13600	2570
Ağırlık Kg/Nm^3	0,646	0,714	2,012	1,1709	0,08987
TEORİK OKSİJEN Gereksinmesi m^3/m^3	0,795 - 0,89	2,0	5,0	2,5	0,5
Teorik oksijen gereksinmesinin gerçek karışım yüzdesi %	75	100	70 - 80	40 - 70	70
En büyük yanma hızı cm/sn	705	330	370	1350	890
Karışımındaki oksijen % si.	45	65	88	72,5	29
OKSİJENle yanmada en büyük yanma sıcaklığı $^{\circ}\text{C}$	2800	2930	2750	3100	2650
Karışımındaki oksijen % si	35	55	—	70	25
En büyük alev gücü $\text{Kcal/cm}^2 \cdot \text{s}$	3,03	2,01	2,56	10,7	3,34
Karışımındaki oksijen % si	42	65	80	50	40
Gerekli olan gaz basıncı (atlı)	0,3	0,5	1,0	0,8	0,5



Su	Isı
Q Isı miktarı	Aşağı yanma ısı H_u
N1 seviyesi	Yanma sıcaklığı T_1
N2 seviyesi	Çalışma sıcaklığı T_2
q akış kesiti	Yanma hızı u

Şekil: 25 Yanıcı gazın tüketilen ısı enerjisi ile bağlantısını açıklayan hidromekanik bir karşılaştırma örneği.

21. SERTLEŞTİRME BEKLERİ.

Sertleştirme bekleri, tutamak borusu ve ağız kısmı olmak üzere iki bölümden oluşur. Doğrusal sertleştirmede bekin ağız parçası, bir duşla bağlantılıdır. Gaz ile oksijenin birleştiği yerde, hortuma, kuru tip geri tepme güvenlik ventili yerleştirilmiştir. Böylece hortumlar, alevin geri tepmesine karşı güvenlendirilmiş olur.

Tutamak borusuna (ventil gövdesi), kaynak hamlaçlarında olduğu gibi, gaz ve oksijenin açılıp kapanmasına ve ayarına yarıyan birer musluk konmuştur. Her iki gazı karıştırmak için, birçok beklere enjektör tipi düzenekler yerleştirilmiştir. Çok kere musluklardan önce, her iki gaz girişini çabucak kesen bir ventil daha konur. Böylece kesintili olarak yapılan yüzey sertleştirmelerinde işçinin, gaz ve oksijen karışımını elle tekrar ayarlamasına gerek kalmamış olur.

Sertleştirme makinalarında, tutamak borusuna sıkıca bağlanmış olan mekanik seri kapama ventilleri yerine, gaz, su oksijen için elektromıknatıslı ventiller yerleştirilmiştir. Böylece, donatımı basitleştirerek, istenildiği gibi çeşitli sertleştirme beklerine ayırmak mümkün olur.

Sertleştirme makinalarında özellikle ventil bloğu ile enjektörün birbirinden hacimsel olarak ayrılması önemli olabilir. Ayar organlarına ko-

layca ulaşma ve elle ayar yapma zorunluğu dikkate alınır; enjektörün olabildiğince ağız kısmına yakın olması gerektiği anlaşılr.

Ayar düzeneği genellikle şöyle çalışır:

Önce gaz açılır ve düzgün yanan bir alev elde edilince oksijen beke gelir. Kapatırken bu sıranın tersine, önce oksijen, sonra da gaz musluğu kapatılır. Bu şekilde yapılmış olan düzenekler, her türlü geri tepmeleri önler ve çok sessiz çalışırlar.

Sertleştirme beklerinde yanıcı gaz olarak asetilen kullanıldığı zaman başka bir yol tutulur. Asetilen oksijensiz çok isli yandığından, bekin ağzını çok çabuk kirletir. Bu yüzden oksijenle asetilene aynı anda yol veren mıknatıslı ventillerin kullanılması gerekir. Böylece, bek yakılırken ve söndürülürken patlama olmaması sağlanmış olur.

22. BEKLERİN AĞIZ ŞEKİLLERİ.

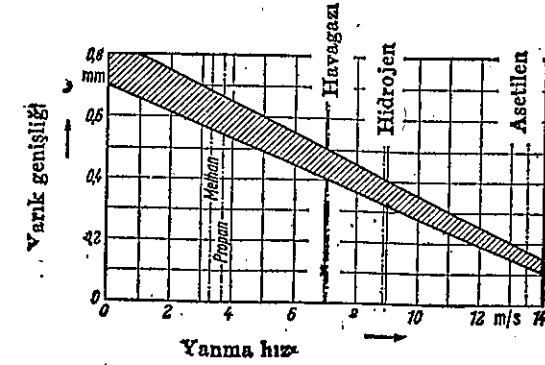
Sertleştirme bekleri, yanıcı gazın cinsine göre, isimlendirilir. Örneğin, havagazı beki, asetilen beki v.b. veya sertleştirilecek parçanın durumuna göre, örneğin, yüzey sertleştirme beki, profilli yüzey sertleştirme beki, mıyılı sertleştirme beki, dişli çark sertleştirme beki, iç yüzeyleri sertleştirme beki, sekman şeklindeki sertleştirme beki, bilezik şeklindeki sertleştirme beki olarak isimlendirilir.

23. YARIKLI SERTLEŞTİRME BEKLERİ.

Yarıklı sertleştirme bekleri sertleştirilecek parçaların biçimine kolayca uyur. Bu nedenle çeşitli tipteki iş parçalarının sertleştirilmesinde geniş olarak kullanılır. Keskin ve bıçak şeklindeki alev özü, ısının iş parçasına iyi ve düzgün olarak iletilmesine olanak verir.

Bekin yarık genişliği değiştirilerek, iş parçasına iletilen ısı miktarı çok iyi olarak ayarlanabilir. Yarık genişliği artınca alevin boyu da artacağından; alev özünün uygun ayarı için bekin ağzı, parçadan biraz geride tutulur. Yarıklı bekler genellikle çok ekonomiktir. Geri tepmeye karşı güvenli olduğundan, asetilen ve propan gazları ile çalışırken yalnız yarık uzunluğu kısa olan bekler kullanılmalıdır. Buna karşılık, havagazı ve Methan için yarık uzunluğu 1500 mm. ve daha büyük olan bekler yapılmıştır.

Sertleştirme beklerinin güçleri sınırlıdır. Çünkü bekin yarık genişliği ile gazın yanma hızı ancak belli sınırlar içinde çalışılmasına olanak verir. İki veya daha çok sayıda paralel yarığı bulunan bekler, çok duyarlı olduğundan, pratikte pek kullanılmazlar (Şekil, 26). Buna karşılık ya-

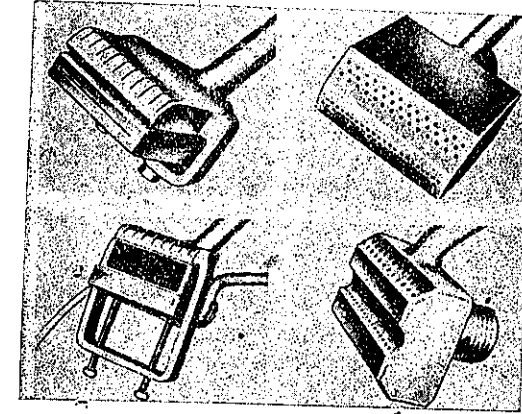


Şekil 26. Sertleştirme beklerinde, yanıcı gazın yanma hızına göre kullanılabilen yarık genişlikleri.

rık boyu kısa, fakat yarıkları birbirine yakın olan, çok yarıklı bekler kullanılarak, yanma gücü, normal beklerinkinden 5 kat daha artırılabilir. Özel amaçlar için lamelli bekler geliştirilmiştir.

İlerlemeli sertleştirmeler için yapılmış sertleştirme bekleri Şekil, 27 de gösterilmiştir.

Yarıklı beklerin güçleri, genellikle alışılmış sertleştirme hızlarını karşılar. Yarıklı beklerin kullanma alanı bu yüzden çok geniştir.



Şekil 27. İlerleme yöntemi ile yapılan sertleştirmeler için kullanılan sertleştirme bekleri. Yukarıda, yarıklı ve süzgeçli, altta ise lamelli ve demet şeklinde alev veren bekler gösterilmiştir.

Beklerin yarık uzunlukları, uygun kalınlıkta bakır saçlarla kısaltılabilir. Bununla beraber, bekler düzgün çalışmadığında, yarığa yerleştirilen sacı sık sık değiştirmek gerektiğinden ve bu sırada bek ağızları zedeliğinden bu çareye çok baş yurulmamalıdır.

24. SÜZGEÇ BEKLER.

Şekil: 27 de sağ üstte gösterilen süzgeçli bekler, delik sayıları değiştirilerek çeşitli güçlerde imal edilebilir. Isının düzgün yayılması ve özellikle seri üretimde sertleştirme tabakasının eşit kalınlıkta olması için, delikleri birbirine çok yakın olan süzgeç bekler tercih edilmelidir.

Birbiri ardına sıralanan deliklerle bu beklerin güçleri çok geniş olarak ayarlanabilir. Bu beklerde birbirine çok yakın olan delikler (yanma ağızları), ikinci bir yanmayı gereksiz kıldığından, ek bir hava gereksinmesini ortadan kaldırır. Bu yüzden diğer beklerden daha ekonomik olur. Her bir delik sırası, birbirine açılı olarak yerleştirilerek, alev özünün ucunu belli bir çizgi üzerinde toplamak mümkündür. Bu türdeki bekler demet şeklinde alev verdiğinden, alev enerjisinden daha iyi yararlanır. Böylece sertleştirme hızını yükseltme olanağı da bulunmuş olur. (Şekil: 27 nin sağ alt kısmında böyle bir bek gösterilmiştir).

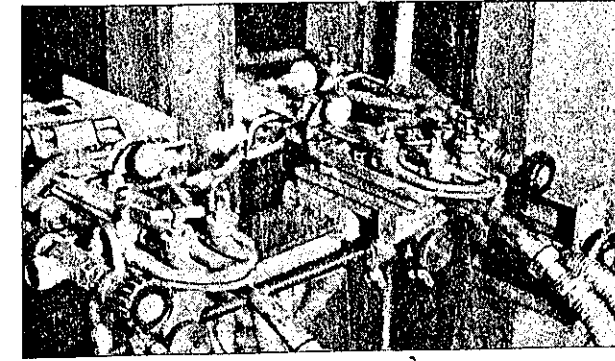
25. MEMELİ (FİSKİYELİ) BEKLER.

Fıskiyeli beklerde, yarık yerine bir sıra meme kullanmak suretiyle, alev boyunu, parçaların durumuna uygun olarak, farklı uzunlukta ayarlama olanağı bulunmuştur. İstendiğinde, bazı memelerin kör bir tapa ile kapatılması olanağı bulunduğundan, bekin çalışma boyu veya gücü ayarlanabilir. Bu amaçla delik çapı değişik memeler de kullanılabilir. Isıtılan yüzeyde ısının düzgün olarak yayılması ve sertleştirilen tabakanın homojen olması için, ısıtma hızının çok yüksek olmaması gerekir. Memeli bekler, profilili parçalara zor uyduklarından, daha çok düzgün, yatay veya silindirik konumdaki yüzeyler için yapılır.

26. AYARLI BEKLER.

Sertleştirme bekleri, iyi ve düzgün bir ısı iletimi sağlamak amacıyla, iş parçasının biçimine uygun olarak seçilmelidir. Bekin ekonomik olarak, benzer parçaların sertleştirilmesinde kullanılabilmesi için; seçimin çok uygun yapılması gerekir.

Bilinen her iki bek konstrüksiyon türünde, çalışma boyunu ayarlama olanağı, yalnız memeli beklerde vardır. Bu beklerin sakıncalı tarafı, ayarlanmanın belli sınırlar içinde kalmasıdır.

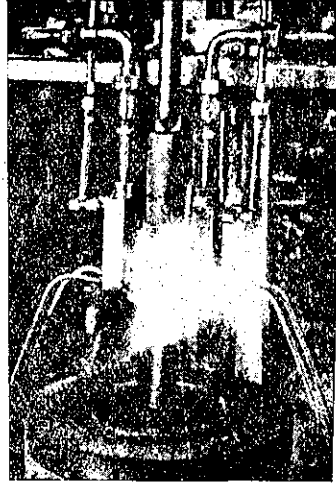


Şekil 28. Demiryolu raylarının, tamir atelyelerinde ayarlanabilen özel beklerle alevde sertleştirilmesi.

Örneğin, bir demiryolu rayı, ilkel (ham) durumdan en son üretim durumuna (mamul) gelinceye kadar, birbirini izleyen bir seri işlemlere karşı tutulur ve böylece parçanın kesitinde bir azalma ortaya çıkar. Bu amaçla kızaklı bekler geliştirilmiştir. Bunların en büyük ölçüsü, yeni yapılan raylara; en küçük ölçüsü de atelyelerde yapılan işlere uyacak şekilde ayarlanmıştır. En büyük ölçü ile en küçük ölçü arasında isteğe göre dört veya daha fazla ara kademe olabilir. Bu kademeler, özel musluklar yardımı ile açılıp kapatılabilir. Yakıt karışımı da bu musluklar aracılığıyla ayarlanabildiğinden, parça köşelerinin aşırı derecede ısınması önlenir ve arada kalan bütün ölçülerin bek değiştirmeye gerek kalmadan kusursuz bir şekilde sertleştirilmesi mümkün olur. Böylece değişik raylar, bek değiştirmeden sürekli bir şekilde sertleştirilebilir. Ayarlı beklerle yapılan bir sertleştirme örneği Şekil: 28 de gösterilmiştir.

Sertleştirme bekinin yanma uzunluğunu ayarlamak için pistonlu bekler kullanılır (Şekil: 29). Bu beklerde karışım, karışım odasının bir tarafından girip diğer tarafından çıkar. Giriş veya çıkış tarafı veya her iki taraf da ayarlı bir pistonla sınırlanabilir. Pistonun ayarına göre, bekin çıkış yolu az veya çok kapanır. Tutma borusunda, gaz ve oksijen miktarı ayarlanabildiği gibi, çalışırken yanma uzunluğunu da değiştirme olanağı yoktur.

İlerlemeli sertleştirmelerde bu tip beklerin kullanılması pek önerilmez. Çünkü büyük yer kapladığından, duşla alev arasındaki uzaklık gereğinden çok olur. Bu bekler, çoğunlukla, su soğutmalı olarak küçük soğuk hadde silindirlerinin çevresel sertleştirilmesinde kullanılır. Piston, parçanın yan tarafına geldiğinden çalışmayı engellemez,

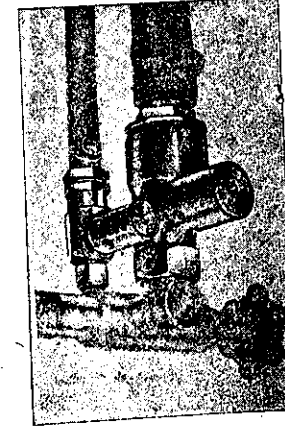


Şekil: 29 Yanma uzunluğu ayarlanabilen pistonlu bekler

27. BEKLERİN BAKIMI.

Beklerin ömrünü arttırmak için, bakımlarının özenle yapılması zorunludur. Yarıklı beklerin kontrolü ve yarık genişliğinin ayarı için uygun kalınlıkta saçlar kullanılır. Saçlar yarığa yerleştirildikten sonra, yarık iyice çekiçlenerek ölçüsüne getirilir. Beklerin temizliği, yaklaşık 0,1 mm. kalınlığındaki ince saçların, yarıkları içinde ileri geri hareket ettirilmesiyle kolayca yapılır. Süzgeç ve memeli tipteki beklerde, kapanan delikleri tel veya benzeri şeylerle temizlemeye kalkmak hatalıdır. Bu tür bekleri temizlemek amacıyla ağaçtan çöpler kullanılır, yoksa deliklerin ölçüleri büyür ve bek, gereğinden fazla gaz tüketmeye başlar. Memeli ve süzgeçli beklerin tamiri, yarıklı beklerin tamirinden daha zordur. Beklerin ömrünü gereği kadar uzatmak için, iyi bir bakım zorunludur. Beklerin temizliğine başlanırken, küçük pisliklerin dışarı atılmasını kolaylaştırmak için oksijen musluğu açılır. Temizlik sırasında tutamak borusundaki gaz musluğunun iyice kapatılması gerekir.

Asetilen beklerinin ömrü, 2000 iş saati kadardır. Çalışma koşulları iyileştirilirse, bu süre, biraz daha artırılabilir. Havagazı beklerinde bu süre, 5000 iş saati kadar olup; iyi bir dikkat ve bakımla artırılabilir. Aşınma az olduğu oranda yöntemin ekonomikliği artar. Sertleştirme bekleri ancak bilinçli bir bakım ve özenli bir depolama ile korunabilirler.



Şekil: 30

Havagazı ve oksijen için bekin sapına takılan geri tepmeye karşı güvenlik ventili.

28. GERİ TEPMEYE KARŞI GÜVENLİ VENTİLLER.

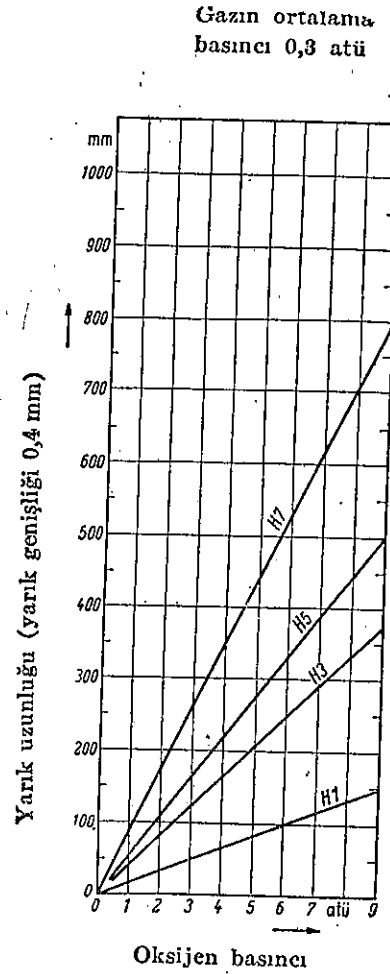
Kaynakçılık tekniğinde, alevin geri teperek gaz hortumuna kadar gelmesini engellemek için kullanılan sulu güvenlik ventilleri, alevde sertleştirme işleminde pek yeterli olmadığından kullanılmazlar. Bundan başka, bugün alevde sertleştirmede kullanılan havagazı, metan ve propan için sulu güvenlik ventilleri hiç uygun olmaz. Çünkü az miktardaki su, akmakta olan bu kuru gazlar tarafından kolayca emilir. Bu nedenle, alevde sertleştirme bekleri için, kuru geri tepme ventilleri geliştirilmiştir. Bu ventiller, bir alev önleyici ile, aşırı basınç sübabından oluşur. Bu ventilerde, ortaya çıkan herhangi bir patlama basıncı, kolayca dışarıya verilir. Kuru tipteki bu güvenlik ventilleri, sulu tiplere nazaran çok daha küçük olduklarından, beklerin sapına doğrudan doğruya bağlanabilir. Böylece bütün hortumlar alevin geri tepmesine ve aşırı basınca karşı korunmuş olur.

Şekil. 30 da görüldüğü gibi, oksijen hortumunun da aynı şekilde güvenlik altına alınması gerekir.

29. GEREKLİ OLAN ÇALIŞMA BASINÇLARI.

Yanıcı gaz, sertleştirme beğine basıncı yükseltilecek gönderilir. Bunun faydası, iletim borularının kesitinin küçük ve enjektörlerin çalışma alanının ise daha büyük olmasıdır. En çok kullanılan basınç, havagazında 0,3 atü, asetilen ve metan için 0,8-1,0 atüdür. Propanda ise 0,5-1,0 atüdür. Temel olarak 100 mm. su sütunundan küçük basınçlardaki gazlar da kullanılabilir. O zaman sertleştirme beklerindeki enjektörlerin çıkış ke-

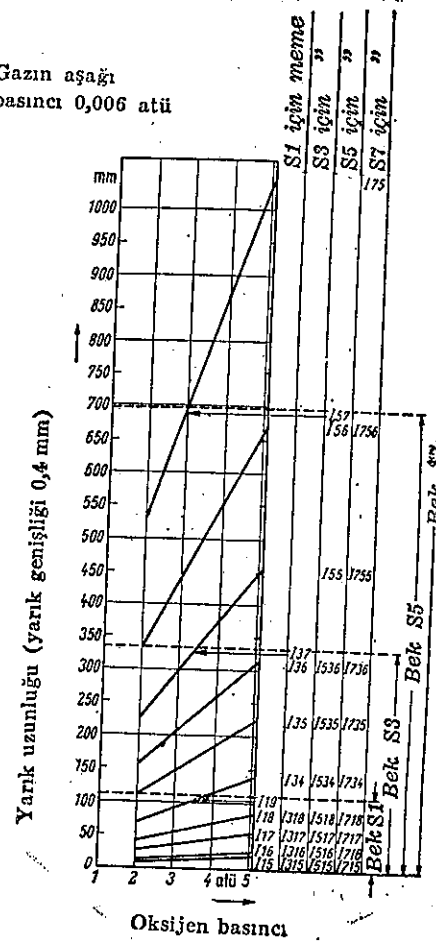
sitleri oldukça duyarlı olarak ayarlanabilmelidir. Böylece gaz oranlarını en uygun değerlerde tutma olanağı bulunmuş olur. Oksijen basıncı beklerin büyüklüğüne göre düzenlenir ve 20 atüye kadar çıkarılabilir (Şekil, 31'e bakınız).



Basınç azaltma ventilindeki ayar basıncı

Şekil: 31 Havagazı ile oksijen kullanılan beklerde, yarık uzunluğuna bağlı olarak oksijen basıncının değişmesi.

Gazın aşağı basıncı 0,006 atü



C. SOĞUTMA DÜZENEKLERİ VE SOĞUTMA GEREÇLERİ.

Soğutma düzeneklerinin seçimi bazen beklerin seçimi kadar önemlidir. İyi bir şekilde ısıtılmış olan iş parçasının, kusursuz ve düzgün olarak soğutulması zorunludur. Soğutma hızının, çeliğin kritik soğutma hızının üstünde olması gerekir. Soğutma hızı, alevi etkilemediği gibi; ısıtılmış olan parçanın yüzeyinde, buhar hebecikleri oluşmasını kesin şekilde engelleyecek kadar kuvvetli olmalıdır. Yoksa işin yüzeyinde yumuşak lekeler ortaya çıkar.

30. SOĞUTMA KABI.

Isıtılmış olan küçük pernolar, cıvatalar, makas bıçakları v.b. iş parçalarının soğutulmak üzere içine atılması ve daldırılması amacıyla soğutma kapları kullanılır.

31. DUŞ

Çevreden sertleştirmede bek ile duş birbirinden ayrı olarak, doğrusal hareketli sertleştirmede ise, birleşik olarak yapılmıştır. Çevreden sertleştirmede kullanılan duşlar tunel şeklinde olup, üzerine sıra sıra delikler açılmıştır. Soğutulacak iş parçalarının büyüklüğüne göre deliklerin çapı, 0,75-2 mm. arasında değişir. Doğrusal ilerlemeli sertleştirmede kullanılacak duşların yapımı oldukça güçtür. Çünkü su demetinin, ısıtıcı alevi doğrudan doğruya izlemesi, fakat onu söndürmemesi, aynı zamanda parçanın yüzeyine yeteri kadar hızla çarparak, orada düzgün bir şekilde yayılması gerekir.

Duş olarak, yalnız tek bir boruya bağlı olan, yan yana sıralanmış çok sayıdaki bakır boru, aynı zamanda tek veya çok sıralı delikleri olan içi boş parçalar da kullanılır. Ayrıca üzerinde, 5-10 mm aralıkla düşey konumda yarıklar bulunan duşlar da kullanılır. Süzgeç şeklindeki beklerde duşlar, çok kez bekle birleşik durumdadır. Bu sayede bek de su ile soğutulmuş olur. Bu elverişli durumun sakıncalı tarafı da vardır. O da, bek ile duş arasında bir kere seçilmiş olan uzaklığın daha sonra değiştirilmesi olanağının bulunmayışıdır.

Duşların bakımı çok kere pek önemsenmez. Halbuki özellikle demirden yapılmış duşlar kullanıldıktan sonra kurulmalı ve basınçlı hava ile temizlenmelidir. Maliyeti yüksek olmakla beraber paslanmaz çeliklerden veya gereçlerden yapılan duşlar, tercih edilmelidir.

32. BEK İLE DUŞ ARASINDAKİ UZAKLIK

Isıtma bekiyle soğutma duşu arasındaki uzaklık, sertleştirme derinliğine bağlı olduğundan; bunun değiştirilebilmesi, diğer bir deyimle büyü-tülebilmesi veya küçültülebilmesi zorunludur. Bu nedenle iş parçalarına göre özel bekler kullanmak yerine, bek ile duşu birbirinden ayrı olan donatılar tercih edilmelidir. Isıtma beki ile duş arasındaki uzaklığın ayarı, vidalı bir düzenekle veya duşun bekten daha yukarıya veya aşağı-ya yerleştirilmesiyle kolayca yapılabilir.

33. SUYUN SOĞUTMA ARACI OLARAK KULLANILMASI.

Alevde sertleştirmede soğutma aracı olarak, çoğunlukla saf su kullanılır. Su, ya doğrudan doğruya bir su tesisatından alınır veya bir depodan pompa aracıyla basılır. Eğer işyerinin su tesisatından yararlanılacaksa; o zaman sertleştirme donatısının önüne pislikleri tutmak için, bir fi-litre takılarak duşun tıkanması önenebilir. Kış aylarında, su sıcaklığının çok düşmemesine özellikle dikkat edilmelidir. Bu sıcaklığın 10 - 15 de-receden daha aşağıya düşmemesi gerekir. Soğuk su, yüksek karbonlu ve-ya alaşımli çeliklerden yapılmış hassas makine parçalarında, örneğin, diş-li çark ve kam millerinde, sertlik çatlama ortaya çıkarabilir. Bu gibi durumlarda, su tüketimini azaltarak tasarruf sağlamak amacıyla, bir tut-ma kabı kullanılır. Su miktarı, yaklaşık olarak % 10-20 oranında oksijenle artırılabilir.

Alevde sertleştirmeye elverişli çeliklerde soğutma aracı olarak en çok su kullanılır. Sıcaklık düşmesi çok az olduğundan, karbon oranı ve alaşım elemanları bakımından yağda soğutulması gereken çelikler, örne-ğin, 50 Cr Mo4, %1,1 C'lu bilyalı yatak çelikleri v.b. çelikler bile, sertleştirilecek kesitleri elverişli olmak koşulu ile, çatlama olmadan suda soğutu-labilir. Kullanılan su basıncının düşmemesi için, donatımda seçilen boru çapının yeteri kadar büyük olması gerekir.

34. DİĞER SOĞUTMA ARAÇLARI.

Soğutma aracı olarak bazen, su yerine su sisi kullanılır. Bunun için suyu toz haline getiren (pülverize eden) bir memeden yararlanır. Su sisi, basınçlı hava veya ıslak buhar, kullanılarak da sağlanabilir. Su sisi ile mutedil (orta derecede) bir soğutma sağlanır.

Rayların veya makas eklemlerinin sertleştirilmesinde, soğuk çekir-değin soğutma gücünden yararlanırlar. Bu şekilde, ısıtıcı beki izleyen

bir duşa gerek duyulmadan, dayanımı 120 - 130 Kg/mm² arasında değişen bir yapı elde edilebilir. İstenilen amaca göre, soğutma, bazen basınçlı hava ile de güçlendirilebilir.

Karbon oranı % 0,5 den yüksek olan karbonlu çeliklerle, yüksek alaşımli çeliklerde, kesitleri elverişsiz olan iş parçaları ve sertleştirme taba-kasının büyük olması gereken işlerde, mutedil bir soğutma aracı tercih edilir. Çizgisel (doğrusal) ilerleme prensibine göre yapılan sertleştirme-malarda, istenilen sertlik tabakasının derinliği ne kadar az ve sertleştirilen gerecin kritik soğutma hızı ne kadar küçükse, soğutma emülsiyonunun konsantrasyonu (Yoğunluğu), o kadar yüksek seçilebilir.

Emülsiyon yağları seçilirken, bu yağların amonyak ile nötralize edil-memiş olmasına dikkat etmelidir. Yoksa, olay sırasında, sertleştirmeyi ya-pan işçi, çıkan gazdan rahatsız olur.

Büyük iş parçalarında kalın sertlik tabakaları elde etmek amacıyla yapılan çevreden sertleştirme işlemlerinde, çok kez Cr - Mo veya Cr - V lu çeliklerden yapılan dişli çarklarda, soğutma aracı olarak yalnız yağ kul-lanılır.

Soğutma suyunun tekrar pompalanmak üzere biriktirilmesi, ancak büyük ve birden çok sertleştirme makinesi kullanıldığı zaman ekonomik olur. Buna karşılık, emülsiyon ve yağların biriktirilmesi zorunlu olduğun-dan, sertleştirme makinelerinde bu amacı yerine getirecek uygun donatımların bulunması gerekir.

D. BESLEME DÜZENEKLERİ ve YARDIMCI ARAÇLAR

35. YANICI GAZIN SAĞLANMASI

Eğer yanıcı gaz, basınçlı bir tüpten, uzaktaki bir gaz üretim şebeke-sinden veya yüksek basınçlı bir depodan sağlanıyorsa ve basıncı da iste-nilen değerde olmuyorsa, o zaman uygun güçte bir kompresörün kulla-nılması zorunlu olur. Rotatif kompresörler, pistonlu kompresörlerden da-ha iyi sonuç verir. Sertleştirme sırasında kullanılan yanıcı gazın basıncı 1 atiyü pek geçmez. Havagazı için 0,3 - 0,5 atü, asetilen, yer gazı ve pro-pan gazı için 0,8 - 1,0 atü kullanılması uygundur.

Kompresörde, donatımdaki gazın dolaşımını otomatik olarak dü-zenleyen bir regülatör bulunmalıdır. Regülatör fazla gelen gazı, kompre-sörün emme tarafına tekrar geri gönderir. Çalışma sırasında, yağlama

yağının da yakma beğine kadar sürüklenmesini engellemek için, emme borusunun yeteri kadar uzun olması zorunludur. En iyisi, kendi kendine yağlama yapan ve herhangi bir yağlama yağını gerektirmeyen kuru rotorlu araçlar tercih edilmelidir. Küçük donatılarda, dolaşım regülatörleri yerine, basit bir kapama musluğu da kullanılabilir. Ozaman musluk, ancak çalışmakta olan beke gerekli olan basıncı sağlayacak kadar açılır. Kompresörün çok yakınında bulunan ölçü aletlerini korumak için, emme borusu yeterince uzun olmalı, yahutta en iyisi bir dengeleme kabı kullanılmalıdır.

Gaz borusuna, ikinci bir tüketici (buz) bağlanacaksa, ve emme borusundaki ilk basıncın 10 mm. su sütunundan da daha aşağıya düşmesi söz konusu ise; gaz saati ile kompresörün arasına gaz eksilmesine karşı bir güvenlik otomatının yerleştirilmesi gerekir. Güvenlik otomatı, gaz basıncı ayarlanmış olan değerin altına düşer düşmez, önce, oksijen girişini keserek bekin arızalanmasını önler. Birkaç saniye sonra da bir geciktirme rölesi tarafından kompresör durdurulur.

Sıvılaştırılmış gazlar, küçük ve kullanışlı gaz tüplerinde piyasadan kolayca sağlanabilir. Bu tüplerden alınan sıvı gaz, çevrenin ısı ile gaz haline dönüşür. 33 Kg. lık böyle bir tüpten, sürekli olarak saatte 1.5 Kg. gaz tüketme olanağı vardır. Eğer daha çok miktarda propan gerekli ise veya karışım oranı sabit kalan bir propan - bütan gaz karışımı istenirse, o zaman bir sıvı gaz tesisatından yararlanılması zorunluğu ortaya çıkar. Bu tesisatlarda sıvı gaz, elektrikle ısıtılan ve içine glizantin doldurulmuş bir buharlaştırıcıdan geçirilir.

Daha zayıf debide sıvı gaz gereken durumlarda, her birinde 33 Kg. lık iki tüp bulunan donatılardan yararlanır. Bu donatılarda bulunan çevirme ve sabitleştirme düzenekleri yardımı ile gazın alınması gayet kolay olur. Donatıma bağlanacak tüp sayısı, gereksinme duyulan miktara göre ayarlanır.

Propan ve propan - bütan karışımı, sıcaklığı düzenleyen buhar basıncını, gazın son damlası da buharlaşmaya kadar sabit tutar. Bu yüzden, gaz tüpünde kalan sıvı gazın basıncı önemli değildir. Bu gazın miktarı yalnız ağırlık olarak saptanabilir. Propan buharlaştırıcılarına, tüpteki gaz miktarı belli bir seviyenin altına düşünce buharlaştırıcıyı durduran, bir güvenlik ve boşaltma düzeneği monte edilebilir. Tesis otomatik olarak durdurulmadan önce, kullanıcı, bir sinyal ile uyarılır. Buharlaştırıcılar, genellikle 12 veya 24 Kg/saat lık güçlerde yapılır. Daha büyük tü-

ketimlerde tüpler, yarısına kadar bir su banyosu içine daldırılır. Çünkü tüpler, tüketim durumuna göre 30-40 dereceye kadar ısınır.

Çok kez boru çapının büyüklüğü üzerinde durulmaz, halbuki borunun olabildiğince büyük çaplı seçilmesi önemlidir. Çünkü uygulamada alevde sertleştirmenin kullanma alanı kısa zamanda artmakta ve o zaman da ana borunun çapı yetersiz kalmaktadır.

Eğer genellikle küçük parçalar sertleştirilecekse; ozaman basma borusuna bir basınç regülatörünün yerleştirilmesi önerilir. Böylece herhangi bir sökme işlemine gerek kalmadan, amaca uygun bir basınç yüksekliğini dışarıdan ayarlama olanağı bulunabilir. Basınç, makinenin en uygun yerine takılan bir manometre ile ölçülür. Çalışma yerinden manometre kolayca izlenebilir ve gerekirse ayar yapılır.

36. OKSİJENİN SAĞLANMASI.

Oksijen genellikle bir tüpte saklanır. Sertleştirilecek parça sayısı çok fazla olduğunda, birkaç tüpten oluşan bataryalardan yararlanır. Bu gibi durumlarda amaca göre iki yollu bir toplama borusu tercih edilebilir. Böylece tüpler, tek veya toplu olarak kullanılabilir. Özel ana vanalar yardımı ile her kanal ayrı olarak kapatılabildiğinden; bir tarafın değiştirilmesi olanağı bulunabilir. Ayrıca bataryaya bağlanan her tüpün özel vanalarla devreden çıkarılması mümkündür. Böylece sızdıran tüpler, yenisi ile değiştirilebilir. Tüpteki basınç, en iyi şekilde, sertleştirme makinasının yakınına yerleştirilen iki kademeli bir basınç düşürücü ventilde çalışma basıncına düşürülür. Tüketimin çok fazla olduğu durumlarda, basınç düşürücünün önüne, buzlanmaya karşı bir koruyucu yerleştirilmesi önerilir. Elektrikle ısınan bir hartuşu bulunan bu koruyucu, tüketim vanası ile basınç düşürücüsü arasına kolayca yerleştirilebilir. Çalışma basıncı çok düşük seçilmemelidir. Bu basınç 15 atü, büyükçe beklerde ise 25 atüye kadar çıkmalıdır.

Bütün oksijen borularının, ventil ve ölçü aletlerinin yağlanmaması için gereken titizlik gösterilmelidir. Tüketimin çok yüksek olduğu durumlarda, taşıma gücü nedeniyle, sıvı oksijenin kullanılması çok iyi sonuç verir. Soğuk gazlaştırma donatıları tehlikesizce çalışır ve kompresör kullanılmadan yeterli bir çalışma basıncı elde edilebilir.

37. SOĞUTMA SUYU

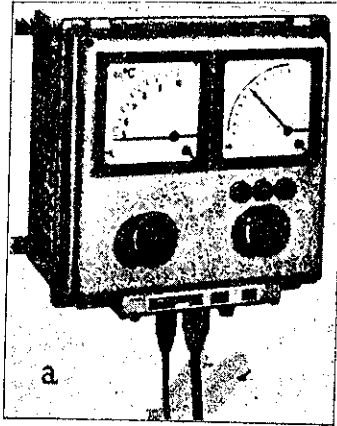
Soğutma suyu genellikle doğrudan doğruya şehir su tesisatından sağlanır. Büyük sertleştirme tesislerinde ise, bir dalma tulumla ile do-

natılmış ve toprak altına gömülmüş depolar kullanılır. Soğutma amacı ile daima taze su kullanılması hiçbir şekilde unutulmamalıdır. Bundan başka soğutma duşlarının tıkanmasına neden olabilecek pislikleri tutması için, sertleştirme makinelerinin önüne bir filtre konması yerinde olur.

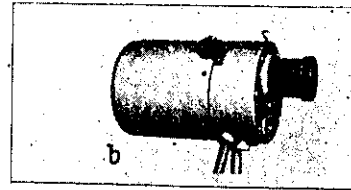
33. BEKİN AYARLANMASI, SICAKLIK VE ZAMANIN ÖLÇÜLMESİ

a. BEKİN AYARLANMASI

Düzgün bir sertlik elde edebilmek için, bek ayarının değişmemesi gerekir. Bu yüzden bek bakımının daima bilinçli bir şekilde yapılması zorunlu olur. Bekin ayarı, akış prensibine göre çalışan bir debi ölçme saati aracıyla kontrol edilebilir. Böylece ölçme saati yardımı ile, bek in ayar durumu, yapılan işin teknik resmi veya kartı üzerine yazılabilir veya çalışma sırasında ayar durumunun seçilmiş olan değer de sabit kalıp kalmadığı kolay ve çabucak gözetlenebilir. Şüphesiz bu sırada, gaz basıncının da, uygun bir regülatör yardımıyla sabit tutulması zorunludur.



a. Göstergeli bir aparat



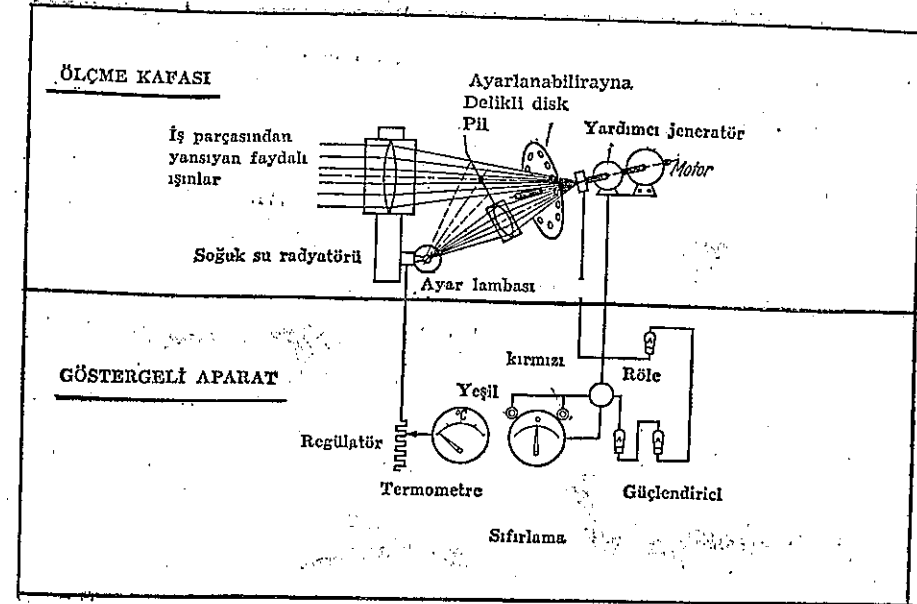
b. Ölçme kafası

Şekil: 32 a ve b Miliskop

Vuruntusuz ve kontak yapmadan çalışan sıcaklık ölçme aparatı

b. SICAKLIĞIN AYARLANMASI

Sertleştirme atelyelerinde çok kullanılan optik pirometreler, sıcaklığın ani yükselmesi yüzünden aleyde sertleştirme işleminde pek iyi sonuç



Şekil: 33 Miliskopun çalışma prensibini gösteren şema.

vermez. Halbuki sıcaklığın doğru bir şekilde ölçülmesi önemlidir Çünkü ince kesitli parçalarda sıcaklığın, olması gerekenin biraz üstüne çıkması halinde parçanın tamamı sertleşir. Bugün, kusursuz bir sertleştirme elde edebilmek için, sertleştirme sıcaklığını bir fotosel yardımı ile ayarlayan sıcaklık ölçme aletleri kullanılır Bu aletlere miliskop adı da verilir. (Şekil: 32). Ölçme için gerekli olan ısı yansıtma yüzeyi çok küçük olduğundan, bu aletle şimdiye kadar uygulanamıyan çizgisel sertleştirme bile uygulanabilir. Yeni bir ayar sistemi, ölçme kafasının hatasız bir ölçme yapacak şekilde yerleştirilmesine olanak verir (Şekil. 33).

Sıcaklık ölçme aleti kullanılmadığı zaman, sıcaklığın uygun olup olmadığını saptamak için, sertleştirilen parçaların kırılarak dokularının incelenmesi ve sertlik kalınlığının ölçülmesi zorunlu olur. Normal bir sertleştirmede üst kısmın, ince ve kadife gibi mat bir dokuya kavuşması gerekir. Eğer sertleştirme sıcaklığı gereğinden yüksek ise, dokuda hiçbir fark görülmez veya yeterince sertlik elde edilemez. Başlangıçta sıcaklık biraz yüksek seçilir; gerekli kırma deneyleri yapıldıktan sonra, uygun olan ısıtma süresi saptanır.

c. ZAMANIN ÖLÇÜLMESİ

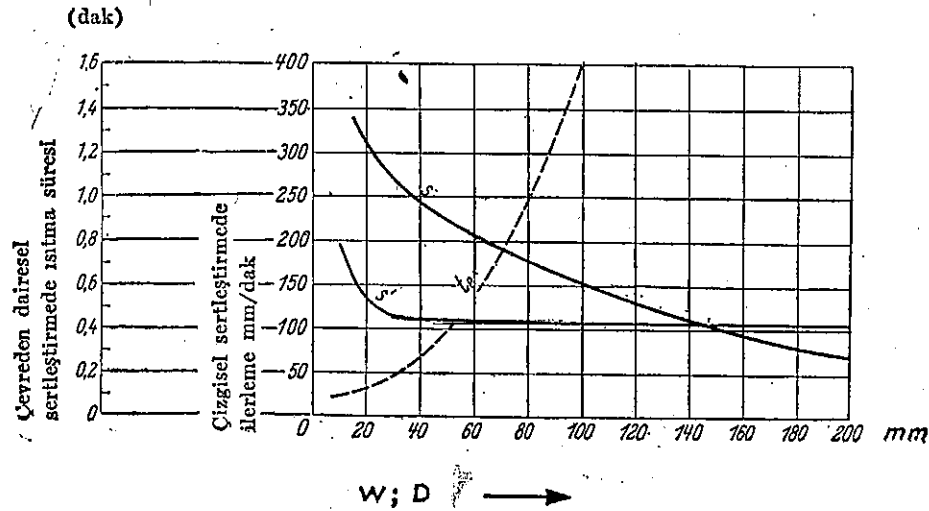
Gazın basıncı ile debisi kusursuz olarak ayarlanırsa, bekin ısıtma gücü düzgün olur ve seri üretimde parçaların özdeş olarak sertleştirilmesi olanağı bulunur. Isıtma süresinin ayarı, bir durdurma saati veya ayarlı ve elektrikli bir zaman rölesi yardımı ile otomatik olarak yapılabilir.

E. SERTLEŞTİRME MALİYETİNİN HESAPLANMASI

Alevde sertleştirmede sertleştirme maliyeti, çalışma süresinde ödenecek işçi ücreti ile enerji tutarı ve tesis amortismanından oluşur.

39. Çalışma süresi.

Çalışma süresi dakika olarak, ısıtma t_e , soğutma t_a ve ek zamanları t_n kapsar. Ek zamanlar t_n , iş parçasının değiştirilmesi, makinenin çalıştırılması v. b. zamanlardır. Buna ayrıca parça sayısına bağlı olmıyan makinenin ayar ve hazırlığı için harcanan zaman t_r de eklenir. t_e , t_a ve t_n zamanları içinde, arızalar ve düzensizlikler nedeniyle kaybolan zamanlar yoktur. Bu yüzden, belirtilen bu üç zamana, deneylerle saptanan kayıplar için bir t_v zamanının daha eklenmesi gerekir.



W : İlerlemeli sertleştirmede bekin ilerlemesi mm.
D : Çevreden sertleştirmede ve ilerlemeli çevreden sertleştirmede iş parçasının çapı mm.

Şekil. 34 Alevde sertleştirmede ısıtma süresi ve bekin dakikadaki ilerleme miktarı

s = Çevreden ilerlemeli sertleştirmede ilerleme miktarı
 s' = İlerlemeli sertleştirmede ilerleme miktarı
 t_e = Çevreden sertleştirmede ısıtma süresi

Özdeş iş parçalarının sertleştirilmesinde çalışma zamanının hesaplanması :

t = Çalışma zamanı

z = Parça sayısı

t_r = Ayar ve hazırlık zamanı

$t = t_r + z (t_e + t_a + t_v + t_n)$ dak.

t_a = Soğutma zamanı

t_v = Kayıp zamanlar

t_n = Ek zamanlar

Çevreden sertleştirmede ısıtma zamanı t_e , iş parçasının çapına bağlı olarak Şekil. 34 den alınabilir. Soğutma zamanı t_a , yaklaşık olarak (t_e) nin %80 - 120 si kadar olup, genellikle ısıtma zamanına eşit olarak alınır.

Çizgisel sertleştirmede ısıtma ve soğutma aynı zamanda olur. Isıtma zamanı t_e ile soğutma zamanı t_a birlikte esas ana zamanı oluşturur. Esas ana zaman, ilerlemeli sertleştirmede iş parçasının kesit kalınlığına w , çevreden ilerlemeli sertleştirmede ise, parçanın çapına D bağlı olarak değişen ilerleme miktarı s ile parçanın sertleştirilen boyuna L göre aşağıdaki şekilde hesaplanır:

t_h = Esas ana zaman

L = Sertleştirme boyu

$$t_h = t_e + t_a = \frac{L}{s} + (0,3 \dots 0,5) \text{ dak.}$$

0,3 0,5 dak, lık ek zaman, otomatik sertleştirme hareketi başlamadan önce, iş parçasının sıcaklığını sertleştirme sıcaklığına kadar çıkarmak için gerekli olan zamandır.

Aslında bu iş için 3...5 saniyelik bir zaman gereklidir, ama ısınması tamamlanmış olan parçanın diğer ucunda, soğutma için 15...25 saniye kadar zamana gereksinim duyulur. t_r hazırlık zamanı ile t_n ek zamanı sertleştirme makinesine ve iş parçasının ağırlığına bağlı olarak değişir. Kayıp zamanlar t_v ise, çalışma koşullarına bağlı kalır. Çalışma koşulları yaklaşık olarak tornalama işlemindekine benzetilebilir. Bu değerler yere göre farklı olabilir.

ÇİZELGE. 7 Sertleştirme beklerinde parça boyuna bağlı olarak tüketilen gaz miktarları

Bek	Yarıklı bek yarığın her mm. sinde dakikada 1m. ilerleme için gerekli olan:		Süzgeçli bek Her delik için dakikada 1m. lik ilerleme için:		Gaz karışımı için en uygun oran Gaz/O ₂
	Yanıcı gaz	Oksijen	Yanıcı gaz	Oksijen	
Havagazı	2,00 gr.	1,20 gr.	4,00 g.	2,40 gr.	1 : 0,6
Propan	0,34	0,45	0,45	1,80	1 : 4
Yer gazı	0,60	0,80	0,80	1,60	1 : 2
Asetilen	1,00	1,75	1,75	2,00	1 : 1,15

40. ENERJİ GEREKSİNİMİ.

Enerji gereksinimi, kullanılan sertleştirme usullerine göre, beklerin yarık uzunluğuna bağlı olarak aşağıdaki şekilde sağlanır:

- a. Çevreden sertleştirmede: $s = \text{Bekin yarık uzunluğu}$
 $D = \text{İş parçasının çapı}$
 $L = \text{İş parçasının sertleştirilen boyu}$

$L > D$ ise : $s = 2L$
 $L < D$ ise veya $D > 75$ mm. ise : $s = 3L$
 $L < D$ ise veya $D > 100$ arasında mm. ise : $s = 4L$

- b. İlerlemeli sertleştirmede : $B : \text{İş parçasının genişliği}$
 1. Yüzey sertleştirmede : $s = B$
 2. Dışlıçark sertleştirmede : $s = 4 \cdot \text{Modül}$

- c. Çevreden ilerlemeli sertleştirmede : $s = 3D$

z parça için, gaz, oksijen ve su miktarını bulalım:

g : Bir parça için gerekli olan gaz miktarı,	$g : \text{Bir parça için gerekli olan gaz miktarı,}$
o : Bir parça için gerekli olan oksijen miktarı,	$o : \text{Bir parça için gerekli olan oksijen miktarı,}$
s : Bir parça için gerekli olan su miktarı	$s : \text{Bir parça için gerekli olan su miktarı}$

Yanıcı gaz : $G = z.g.te \text{ litre} = z.g.te/1000 \text{ m}^3$

Oksijen : $O_2 = z.o.te \text{ litre} = z.o.te/1000 \text{ m}^3$

Su miktarı : $S = z.s.ta \text{ litre} = z.s.ta/1000 \text{ m}^3$

Sertleştirme donatımının amortismanını hesaplamak için, bekin 1000 iş saati, makina ve ilavelerin 5-7 yıl dayanacağı kabul edilebilir. Eğer makina sürekli olarak su içinde çalışırsa, kullanma ömrü saptanırken yapılan bakım ve gösterilen dikkat göz önünde tutulur.

BÖLÜM III

Gereçler

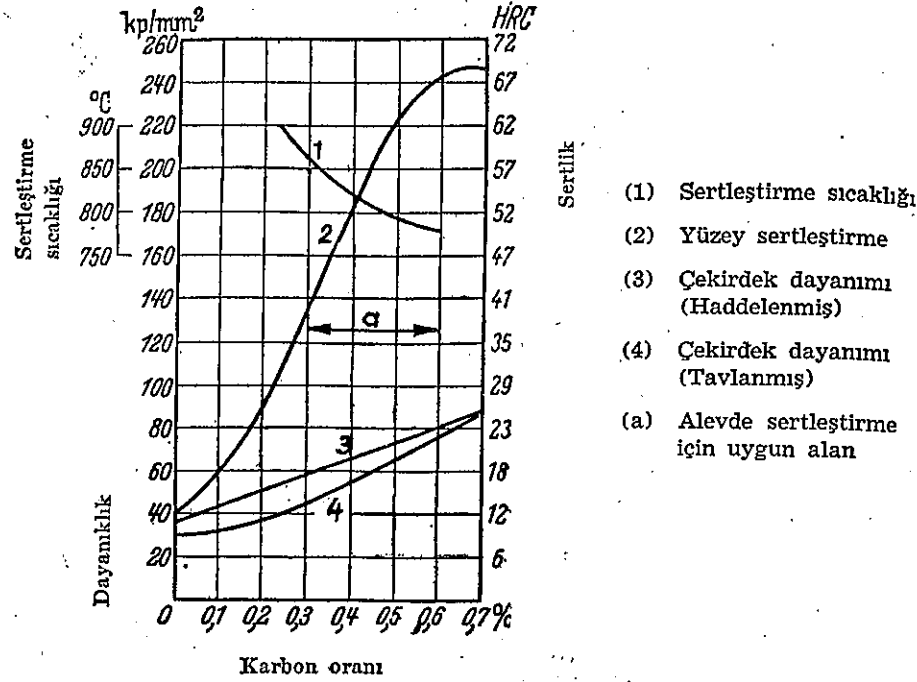
A. ALAŞIMLI VE ALAŞIMSIZ ÇELİKLER

41. ÇELİKLERİN ÖZELLİKLERİ

Alevde sertleştirmede kullanılan çeliklerin tümü, bölüm 1 de açıklandığı gibi, semantasyon çeliklerinden daha yüksek karbon içerirler. Şekil 35 de görüldüğü üzere, en uygunları, karbon oranı en az %0,3 ve en çok %0,5 olan ve ıslah edilebilen çeliklerdir. Bundan başka, içinde bileşik halinde en az % 0,5 C bulunan dökme çelikler de alevde sertleştirmeye elverişlidir.

Islah çelikleri, semantasyon çeliklerinden daha dayanıklı olduğundan; parçaların kesiti daha küçük seçilebilir, veya aynı kesitteki parçalar daha çok yüklenebilir.

Alevde sertleştirmede parçaların yalnız dış yüzeyleri sertleştirildiğinden; daha önce sementede edilmiş (karbon verilmiş) olmak koşulu ile, ender olarak semantasyon çelikleri de alevde sertleştirilir. Çünkü alevde sertleştirme anında parçaların iç kısmının yeteri kadar tavlınması sağlıklı olarak yapılamaz. Bundan başka, sementede edilmiş iş parçaları bilinen usullerle soğutulduğunda, sertleştirmeden dolayı çatlaklıklar (örneğin, kızaklarda), pul pul dökülmeler (örneğin piston kollarında) ve çekilmeler (örneğin, dişli çarklarda) ortaya çıkar. Bununla beraber, parçaların iç kısımları pek önem taşımadığı zaman veya sertleştirilecek kesitin kalınlığı çok az olduğunda, karbon verilmiş (semente edilmiş) sementede çelikleri alevde sertleştirme için tercih edilebilir. Bu sırada parçaların yumuşak kalması istenen yerleri örtülürse, önceden ve sonradan ayrıca bir ısıtma işlemine karşı tutulmasına gerek kalmaz.



Şekil: 35 Alaşımsız (Sade) karbonlu çeliklerde karbon oranının çekirdek dayanımı ile üst yüzeyin sertliğine etkisi. (Rockwel-C sertliğini gösteren değerler, daha sonra dayanım değerlerine göre bulunur.)

42. GEREÇLERE TOPLU BAKIŞ

Çizelge 8 de 1. grupta, DIN 17100 e göre makine imalat çelikleri gösterilmiştir. Bu çelikler, Siemens-Martin fırınlarında veya Thomas konverterinde belli sürelerde düzgün olarak ısıtılarak elde edilir. İmalat çeliklerinin bileşim oranları garantili olmayıp, piyasaya dayanım özelliklerine göre sürülür. Çeliğin dayanıklılığı, yalnız karbon oranına bağlı olmaz, uygulanan ön işlemlere, (haddeme, soğuk şekillendirme v.b.) göre de değişir. Şekil. 35'i bu yönden inceleyiniz. Karbon oranı, oldukça geniş bir alan içinde değişebilir. Bu yüzden elde edilebilecek yüzey sertliğinin değeri de farklı olur. Alevde sertleştirme için en az St50 ve St52 çeliklerine gereksinme duyulur. Özellikle hadde profillerinde yerel aşınmalar bulunduğu; kaynak edilebilme özelliğine etkisi göz önüne alınarak karbon oranı pek yüksek seçilmez,

St 60 çelikler, basit civata, parlak mil, aks ve pernoların üretiminde kullanılır. Bu tür gereçlerden yapılan miller, şimdiye dek alevde sertleştirildikten sonra, beyaz metal veya kızıl dökümden yapılmış yataklar içinde çalıştırılırdı. Bugün ise, yatak gereci olarak ana maddesi yapay reçine olan pres maddeleri veya sert madenler (Sinter metaller) kullanılıyor.

St 70 çelikler, özellikle zor biçimlendirilen iş parçalarında kullanılır. Bu çelikler çatlamalara karşı çok duyarlı olduklarından, hemen hemen hiç kullanılmazlar. Bu çelikler zor yapılan kalıplarda ve özellikle dişli çarklar ile yüksek zorlamalara karşı olan makine parçalarında genellikle pek az kullanılır.

DIN 17200 de normalize edilmiş olan ve VdEh tarafından çıkarılan gereç bülteninin 835-855 numaralı sayfalarında açıklanan islah çelikleri, alevde ve endüksiyonla sertleştirmeler için tercih edilmesi önerilmekle beraber; saflık ve sertleşme özellikleri bakımından daha çok dikkati gerektirir. Yaklaşık olarak aynı karbon oranı, sertleştirme sonucunun özdeşliğini garanti eder. Daha saf ve daha iyi ergime özellikleri bulunan islah çelikleri, özellikle alevde sertleştirme işleminde olduğu gibi, yüksek zorlamalara karşı olan iş parçalarının üretiminde de iyi sonuç verir.

ÇİZELGE 8 de Alevde sertleştirmeye elverişli gereçler ve bu gereçlerin bileşimleri toplu olarak gösterilmiştir.

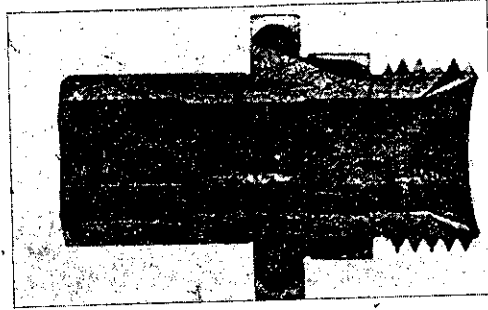
Ck 35 çeliği daha çok sürekli yükler altında çalışan fakat, aşınmaya karşı bulunmayan makine elemanları ile; orta derecede bir dış baskı kuvvetiyle çalışan, oldukça büyük çaplı dişli çarkların yapımında öncelikle kullanılır.

Ck45 islah çeliği, alevde sertleştirilmesine olanak bulunan her tür parçanın yapımında oldukça geniş olarak kullanılır. Otomobil ve taşıt araçları üretiminde, küçük krank milleri ve diğer parçalar bu çelikten yapılır. Makine imalatında, miller, kamalı miller, kılavuz pimleri v.b. örnek olarak verilebilir.

Ck60 çeliği, çatlamalara karşı çok duyarlı olduğundan, son yıllarda bunun yerine Cf53 çeliği kullanılmaktadır. İçerisindeki karbon oranı, 60 RC lik bir sertlik elde edilmesine olanak verdiğinden; bu çelikler, torna tezgahlarının ana milleri, matkap tezgahı milleri ve yüksek zorlamalara karşı olan makine parçalarının imalinde çok kullanılır. Bundan başka, sertleştirme sırasında çatlama olasılığı bulunan, biçimlendirilmesi güç olan parçaların yapımında da iyi sonuç verir. Bu yüzden, Ck 60 çeliği, sertleş-

tirilecek yüzeyde, yağ kanalı, delik v.b. kesintiler bulunan ve sertliği en az 61RC olan makine elemanlarında başarıyla kullanılır.

Karbonlu çeliklerde, sertleştirme sıcaklıkları uygun olduğu zaman, erişilebilen sertlik dereceleri şekil. 35 deki diyagramlardan alınabilir. Alaşım norm çeliklerde, 60 RC lik ortalama bir yüzey sertliğinin elde edilmesi kolay olmaz. Ayrıca ölçüleri küçük veya kesiti ince olan makine parçalarında da, bütün kesit tamamen sertleşeceğinden, bu tür çelikler iyi sonuç vermez. Alevde sertleştirmede bazı durumlarda karşılaşılan bu zorluklar, bu sertleştirme işlemine elverişli olan özel çeliklerin geliştirilmesine yol açmıştır. Sertlik tabakası en çok 2 mm, sertlik derecesi en az 60 RC olacak şekilde bir çelik geliştirilmiştir. "Röchlingschen" demir ve çelik fabrikaları birlikte, çizelge 8 de 1 a gurubunda gösterilen RBH - çeliğini (Alevde sertleştirme çeliği) geliştirmiştir. Bu çelikten yapılmış her çeşit parçada, çizelgede belirtilen sonuçları elde etme olanağı vardır. Ayrıca bu çelikten yapılan tavllanmış parçalar kolayca işlenir. Alevde sertleştirme çeliğinin karbon oranı yüksek olduğundan, sertleştirme sıcaklığı oldukça düşüktür. Bu yüzden sertlik derinliği, istenilen ölçüde azaltılabilir. (Şekil 36).



Şekil. 36 RBH - Çeliğinden imal edilmiş bir torna tezgahı fener milinin kesiti

RBH - Çeliği, küçük motorların ve her türdeki dikiş makinalarının 8 - 20 mm. çapındaki millerinin seri olarak üretiminde kullanılır. Ayrıca küçük çaplı deliklerin sertleştirilmesinde ekonomik olan mantar şeklindeki beklerin kullanılmasına da gerek kalmaz. İçi delik parçalar, dıştan ısıtılıp içten soğutulur. Bu şekilde iç yüzeyi sertleştirilen basınçlı hava beklerinin tutma başlıklarını bir yıl boyunca kusursuz olarak kullanma olanağı bulunmuştur.

Mangallı ve silisli çelikler, büyük kesitli ve dayanıklılığı yüksek olması gereken makina parçalarının üretiminde kullanılır. Bu çelikler, alaşım

ÇİZELGE. 8 Alevde sertleştirmeye elverişli gereçler

Gurup	Adı	Karbon %	Mangan %	Silis %	Digerl. %	Sertlik RC derinl. mm.	Sıcaklık °C
1 a	Alevde sert. çel.	0,75...0,90	0,2...0,3	0,1...0,2	—	65...67	780...750
b	c lu çelik	0,32...0,62	0,4...0,7	0,3...0,5	—	45...63	880...820
c	Mn - Çelik	0,28...0,44	0,7...1,5	0,3...0,5	—	52...58	840...820
2 a	Mn - V. lu çelikl.	0,38...0,45	0,16...1,9	0,15...0,35	0,07...0,12 V	55...60	820...800
b	Cr lu çelik	0,30...0,55	0,5...0,8	max. 0,4	max. 1,1 Cr	53...60	850...820
c	Cr - Mn lu çelik	0,35...0,47	0,8...1,2	0,5...0,8	1,0...1,3 Cr	58...63	870...830
d	Cr - V lu çelik	0,47...0,62	0,7...1,1	0,3...0,4	0,9...1,2 Cr	58...62	880...860
3 a	Cr - Mo lu çelik	0,25...0,45	0,5...0,8	0,35	0,1...0,2 V	50...60	860...820
b	Cr - Ni lu çelik	0,25...0,40	0,4...0,8	0,35	0,9...1,9 Cr 0,15...0,4 Mo	56...60	850...800
c	Ni - Çelik	0,35...0,55	0,4...0,8	0,35	0,5...1,1 Cr 0,65...4,0 Ni 3,25...3,75 Ni	55...58	850...820
4	Paslanmaz çel.	0,20...0,90	0,2...0,5	0,3...0,5	12...18 Cr	35...55	1030...980
5	Soğuk hadde çel.	0,8...1,5	0,2...0,8	0,15...0,35	—	60...65	950...850
6 a	Adi döküm	0,40...0,60	0,4...0,7	0,3...0,5	1,0...2,1	45...60	880...820
b	Alaşım döküm	0,40...0,60	0,4...0,7	0,3...0,5	—	45...60	850...820
7 a	Gr döküm	2,4...3,2	0,5...0,6	0,3...0,5	max. 0,8 Cr	40...55	860...820
b	Temper döküm	2,0...2,8	0,5...0,8	0,4...0,5	—	50...60	880...820

1) Bu değerlerden en az % 0,5 kadarı bileşik durumda olmalıdır.

elemanlarının ayrışması söz konusu olduğundan alevde sertleştirmeye elverişli değildir.

Titreşimli ve darbeli çalışan ve aynı zamanda büyük zorlamalara karşı olan makina parçaları için, 2. gruptaki çelikler tercih edilir. Özellikle büyük kesitli parçaların ıslah tavına sokulması gerekir. Üst yüzey sertleştirmesinde iyi bir sonuç alabilmek için, kesiti sade olan parçalarda 58 Cr V4 çeliği, kesiti karışık biçimli olan parçalarda ise, 50 Cr V4 çeliği tercih edilir. Kullanılan çeliğin karbon oranı düşük olduğu zaman, üst yüzeyde elde edilebilen sertlik derecesi her zaman yeterli olmayabilir.

3. gruptaki çelikler, molibden veya nikel alaşımlıdır. Yüksek bir yüzey sertliği aranan saç doğrultma silindirleri ile çevreden sertleştirilen ve diş sayısı az olan dişli çarklarda bu tür çelikler kullanılır.

4. gruptaki çelikler, paslanmaz çelikler olup, karbon oranları düşük, fakat sertleştirme sıcaklıkları yüksektir. Bu çeliklerin karbon oranı genellikle % 0,25 den fazla değildir. Sertlik derecesi 45 - 52 Rc kadardır. İnce kesitli parçalarda soğutmanın basınçlı hava veya emülsiyonla yapılması uygun olur.

B. DÖKÜM GEREÇLER

43. ÇELİK DÖKÜM

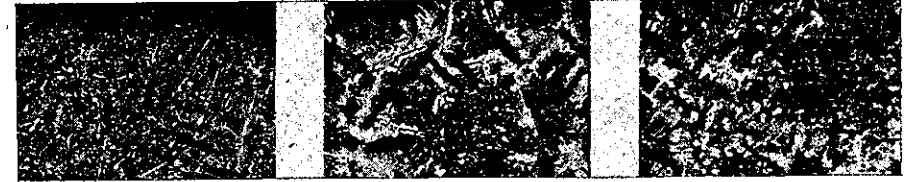
Alevde ve endüksiyonla sertleştirmede iyi sonuç veren çelik dökümlerin kaliteleri Almanyada VdEh tarafından yayınlanan 835-61 sayılı gereç yapraklarında bir araya getirilmiştir. Temel olarak çelik dökümün sertleştirme durumu, ıslah çeliklerindeki gibidir. Bununla beraber karbon oranının daha yüksek olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Düzgün (Homogen) bir sertlik için, önce çelik döküm parçaların karbonca fakirleşmiş bulunan üst yüzeylerinin talaş kaldırarak temizlenmesi zorunlu olur.

Bugün, küçük yüklere karşı olan dişli çarklar, vinç hareket tekerleri, fren diskleri, zincir dişli çarkları ve zincir baklaları çelik dökümden yapılarak alevde sertleştirilir. Yüzeydeki sertlik derinliğinin büyük olması gereken durumlarda, GS46 Mn4 veya GS42CrMo4 çelik döküm gereçler tercih edilmelidir. Özellikle çevreden sertleştirilen ve sertlik derinliğinin büyük olması gereken vinç hareket tekerlerinin yapımında GS50 CrMo4 çelik döküm iyi sonuç verir. Bu çeliğin soğutulması yağda yapılmalıdır.

4. GRI DÖKÜM

Gri dökümün sertleşebilmesi, gereç içindeki karbonun dağılışı şekline bağlıdır. Karbon oranı %3 ün üstünde olmayan gri döküm gereçlerde, karbonun bir kısmının (%0,5 - 0,8 kadarı) bileşik durumda bulunması ve grafitin dokuda ince olarak dağılmış olması iyi sonuç verir.

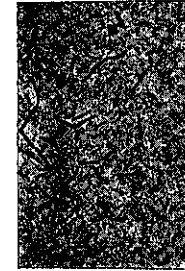
B : Büyültme ölçeği



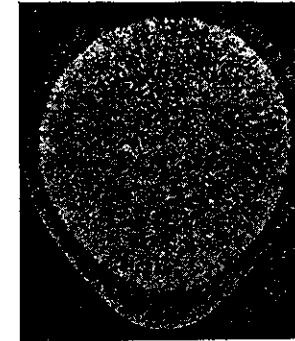
Çevrede 55 - 58Rc
B = 200

Ortada B = 200
0,1 mm.

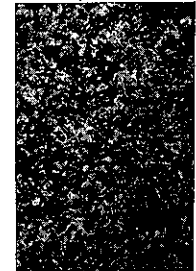
Geçiş bölgesinde
B = 200



Grafit dağılışı
Asitle dağlanmış
B = 100 0,1 mm.



Asitle dağlanmış
B = 2 10 mm.



Temel doku
Asitle dağlanmış
B = 100 0,1 mm.

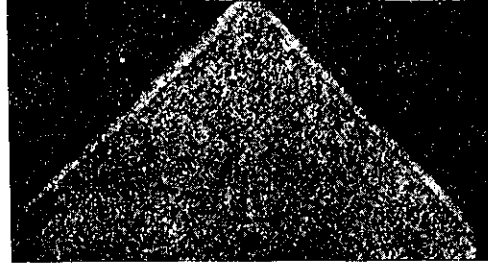
Şekil. 37 Kromlu çelik dökümden yapılmış ve alevde sertleştirilmiş bir kam milinin taşlanmış yüzeyinden resimler.

Çeliğin bileşimi : %3,54 c, %0,3 Mn, %0,073 P, %0,85 Cr, %0,33 Mo,

Çelik ve demirin muayenesi ile ilgili 1560 - 52 numaralı VdEh yapraklarına göre, grafit dağılışı A5 - A6 arasında olunca, sertleştirmede iyi bir sonuç alınır. Grafit dağılışı daha yüksek olursa, sertleştirme başlan-

cak, 220 Brinelin üstündeki sertliklerde, iç gerilmeler yüzünden sertleştirme çatlakları ortaya çıkabileceği gözden uzak tutulmamalıdır.

Katılaşırken, dış yüzeyinde beyaz bir doku oluşan dökme demirler, alevde sertleştirme için elverişli değildir. Çünkü sertleşme sonunda çatlaklar ortaya çıkar. Bu gibi gereçler, hadde silindirlerinin yapımında kullanılmaz.

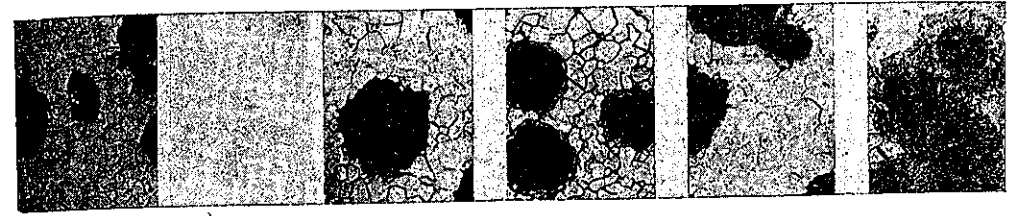


Sekil. 40 Bir torna tezgahı kızıgının sertleştirilip taşlandıktan sonraki kesit resmi.

45. KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİR (SFERO DÖKÜM)

Dökme demirin sertleşme özelliğini yükseltmek için, yapıdaki grafit dağılışının ince olması gerektiğinden, alevde sertleştirme koşullarında küresel grafitli dökme demir özellikle çok iyi sonuç verir. Küresel grafitli dökme demirden parçalarda, uygun ısıl işlemlerle düzgün bir ferritik veya perlitik temel doku elde etme olanağı vardır. Bu amaçla, küresel grafitli dökümden iş parçaları, önce ısıl işlemle ferritik bir dokuya kavuşturulur. Ferritik dokulu parçalar talaş kaldıran işlemlerle kolayca işlenebilir. Daha sonra parçalar, iyi sertleşebilmeleri için, yine ısıl işlemle perlitik bir dokuya kavuşturulur. Ayrıca alevde sertleştirme işleminde sertliği oldukça arttırmak için, sertleştirme sıcaklığı iyice yükseltilip, ferritik dokunun küresel karbonlaşmaya dönüştürülmesi olanağı da bulunur. (Sekil 41 ve 42).

A) Ferritik temel doku. B = 450 (450 defa büyütülmüş)



Başlangıçtaki doku

780°C

840°C

900°C

960°C

B) Perlitik temel doku. B = 450 (450 defa büyütülmüş)



Başlangıçtaki doku

780°C

840°C

900°C

960°C

100 Mikron

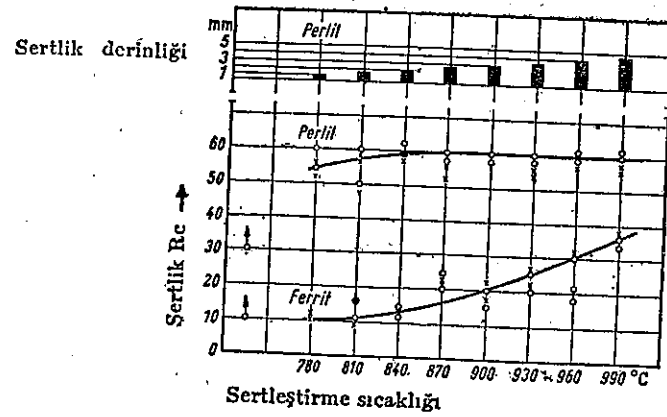
B = 450

Sekil. 41 Küresel grafitli dökme demirin alevde sertleştirilmesinde başlangıçtaki ilk doku ile sertleştirme sıcaklığına bağlı olarak elde edilen değişik dokular.

46. TEMPER DÖKÜM

Beyaz temper döküm (Alman temper dökümü), genellikle çevresinde beyaz, karbonca fakir kabuk oluşturur. Bu kabuğun alevde sertleştirme işleminden önce uzaklaştırılması zorunludur. Perlitik temel bir dokusu olan temper döküm parçalarda, 58 - 60 Rc derecesinde sert yüzeyler elde edilebilme olanağı vardır.

İş parçaları soğutulduktan sonra 750°C ye kadar tavlansın, sıcaklığı her saatte 5°C düşecek şekilde, 680°C ye kadar fırında tutulduktan son-



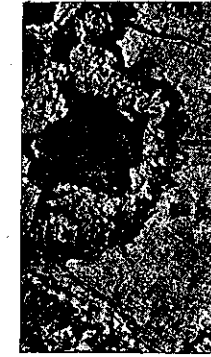
Şekil. 42 Küresel grafitli dökme demirde, sertleştirme sıcaklığının ve başlangıçtaki ilk dokunun, elde edilebilecek sertlik derecesine ve sertlik derinliğine olan etkisi.

ra, havada soğutulursa; küresel bir sementit dokusu elde edilir. Beyaz temperin bu tavlama işlemi sırasında sertliği değişmez. Siyah temper dökümde (Amerikan temper dökümü) ise, durumun saptanması için, duyarlı denemelerin yapılması gerekir. Sertleştirme sıcaklığını arttırmakla, demirin içindeki temper kömürünün büyük bir kısmını çözmek ve böylece yalnız martenzit dokulu değil, aynı zamanda sementit yapılı sert bir doku oluşur. Bu karışık doku, tavlama işlemleri için elverişli bir ortam yaratır. (Şekil: 43 e bakınız.)

47. ÖZEL GEREÇLER

Alevde sertleştirilen paslanmaz çeliklerin, aynı anda aşınmaya ve paslanmaya karşı dayanıklı olması gerekir. (Kısım 42 ye bakınız). Bu çelikler, hem alçak basınç kademeli türbinlerin kanatlarında ve hem de sıcak buhar vanalarında başarılı olarak kullanılır.

Kesme ve biçimlendirme kalıplarında çok kez, aşınmaya karşı yüksek bir dayanıklılık sağlamak için, kalıp parçaları, sert madenlerden bir zırhla kaplanarak kullanılır. Yalnız zırh kaplama işlemi çok pahalı olduğu gibi; zırhın taşlanması da oldukça zordur. Fakat bugün geliştirilmiş bulunan sert maden türleri, örneğin Ferrocast TIC adı verilen sert maden bu amaçla başarılı olarak kullanılmaktadır.



a) B = 500

a) Temper kömürü etrafında kuvvetli bir karbonlama oluştuğundan, temper kömürü etrafında soğutma sırasında martensit yapılı bir halka ortaya çıkar. Ferritik temel dokunun hemen hiç etkilenmediği açıkça görülür. Sertleştirme sıcaklığı 800°C dir.



b) B = 500

b) 1100°C ye çıkıldığında temper kömürü, tam olarak çözülür. Karışık ledeburit kristalleri yanında kalın iğne biçimli martensit kristalleri ortaya çıkar. Bu sertleştirme yapısı, tavlama işlemine karşı iyi bir dayanıklılık gösterir.

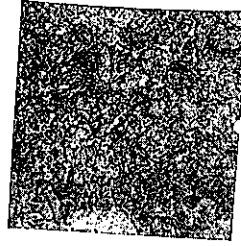
Şekil: 43 a ve b siyah temper dökümünün alevde sertleştirilmesinde dokunun değişmesi.

Yuvarlak veya profilili çubuklar şeklinde yapılan Ferrocast TIC, mekanik usullerle kolayca işlenebilir ve aşınma yüzeylerine lehimlenerek, alevde 65 - 70 Rc ye kadar sertleştirilebilir (Şekil: 44 ve 45).

C. SERTLEŞTİRME ORTAMININ İNCELENMESİ (Sertleştirme kuralları ve elde edilen sonuçlar)

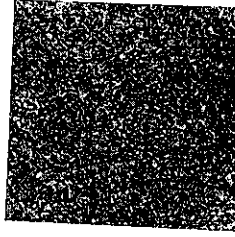
48. GEREÇLERİN SERTLEŞEBİLME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Çeliklerin sertleşebilme özellikleri, genellikle üst yüzeylerinde veya kesitlerinde elde edilen sertlik derecesine göre saptanır. Bu yüzden sert-



Sertleştirilmeden önce

B = 500

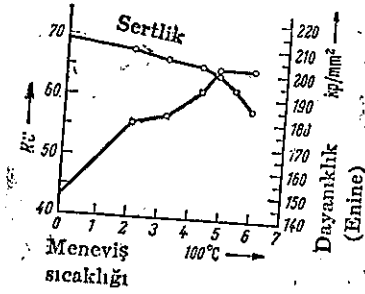


Sertleştirildikten sonra

B = 500

Şekil. 44 Ferrocast TIC in yapısı.

Alevde sertleştirme : Sertleştirme süresi : 3-4 dak. Soğutma yağda, meneviş 140°C



Bileşim: %26Ti, %7 C, %2 Mo,
%65 Fe

Sertleştirilmemişken sertliği : 38-43Rc
sertleştirilmişken " : 69-71Rc
(Alevde)

Basma dayanımı : 25,2 Kg/mm²
Çekme dayanımı : 140-210 Kg/mm²

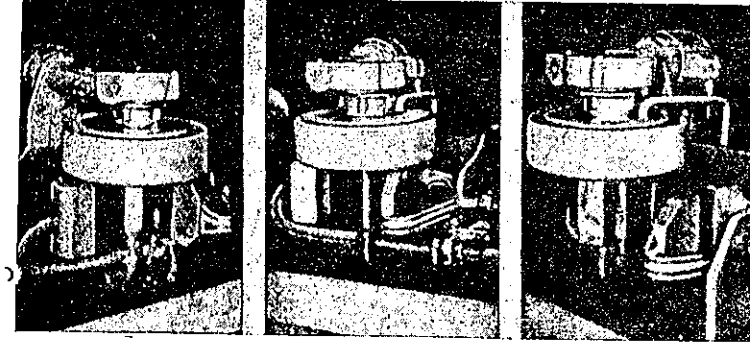
Özgül ağırlığı : 6,58-6,65 Kg/cm³
Esneklik modülü : 3,1.10⁵ Kg/cm²

Genleşme katsayısı (20-700°C de): 9,8.10⁻⁶ mm/mm, C°

Şekil. 45 Ferrocast TIC in mekanik ve sertleşebilme özellikleri.

lik durumunun saptanmasında, özellikle sertliğin dar bir tolerans içinde kalması gerekiyorsa; bu şekildeki bir muayene ile beklenen sonuçlar alınmaz. Bunun için, her yüklemenin ayrı olarak işlenmesi ve sertlik durumunun da ayrı olarak incelenmesi daha uygun olur. Tek parça yapımında, çok kıymetli parçalar sertleştirilmeden önce muayene edilmelidir. Böylece sertleştirme sonunda bozulması önlenmiş olur.

Sertlik durumunu muayene etmek için, JOMINY'in alından soğutma deneyi çok kullanılır. Bu deneyde 25 mm çapında ve 50,75 veya 100



Şekil. 46 Alından soğutmalı ve çevreden ısıtmalı çoklu sertlik ölçme aparatı.

mm. boyundaki bir deney çubuğu, çelik ve demirin muayenesi ile ilgili 1650-50 numaralı standart yaprağında belirtildiği şekilde, sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılıp, yine belirtilen koşullara uyularak alın yüzeyinden soğutulur. Birbirine 180° karşı duran iki dış yüzey 0,4 mm taşlandıktan sonra, dış yüzey boyunca ölçülen sertlik değerleri ile bir diyagram çizilir. Elde edilmeye çalışılan sertlik derinliği, belli bir sertlik değeri, örneğin, 50 Rc veriyorsa; bu değer soğutulmuş bulunan alın yüzeyinden itibaren sertleşebilme özelliğinin ölçeği olur. Genellikle alevde sertleştirilmede, yüzeyi sertleştirilen makine parçalarında, bu uzaklığın en az %50'sine ulaşılabilir.

Alından soğutmalı deneyle parçaların en uygun sertleştirme sıcaklığını saptamak ve kullanılacak emülsiyonun yoğunluğunu bulmak kolaylaşır. 1650 - 50 numaralı yaprakta belirtilen parçanın uzun yüzünden ısıtma ile, sonucun doğruluğunu etkilemeden, çevreden ısıtmalı bir bek kullanarak deney süresini kısaltma olanağı vardır (Şekil 46). Aparat, belli bir yapısal doku için, kullanılan soğutma sıvısına bağlı olarak, gerecin çatlama olasılığını saptamak amacı ile, çok sayıda sertlik deneyi yapılmasına olanak verir.

Sertleştirme işleminden önce, sertleştirme koşullarını saptamak amacıyla yapılan ilkel deneyler, sertleştirme sonunda ortaya çıkacak kayıpları önlediğinden, her zaman sertleştirme maliyetini ucuzlatır.

49. SERTLİK VE SERTLİK DENEYİ

Karbonlu çeliklerde, karbon oranına göre, parçaların yüzeyinde elde edilen sertlik miktarı ve çekirdek dayanımları Şekil. 35 de verilmiştir.

Aşınmaya karşı orta derecede dayanıklı, en az 55Rc sertliğinde bir üst yüzey elde edebilmek için, çeliğin karbon oranı %0,45 yakınında olmalıdır. Manganez, krom, nikel v.b. alaşım elemanlarının, elde edilecek yüzey sertliği üzerinde etkisi yoktur. Yalnız bu elemanlar elde edilecek sertlik derinliğini artırır.

Karbon oranı artırılıncaya, üst yüzeyin sertliği 68Rc ye kadar çıkar. Karbon oranı %0,6-0,7 arasında iken alevde sertleştirmede en yüksek sertlik elde edilir. Karbon oranı daha arttırılsa bile; sertlik derecesi sabit kalır.

Sertliğin iyi bir şekilde gözetlenmesi, atelye çalışmasının verimi, alınan sonucun uygun olup olmadığı üzerinde etkisi çok olur. Sertlik ölçümü, amaca göre, bir ROCKWELL deney aleti ile yapılabilir. Bu aletle, iş parçası bağlanmış konumda olursa; çok çabuk ve doğru olarak yüzey sertliği ölçülebilir. Sertlik derinliği az olan ince parçalar, tercihan VICKERS deney aletinde ölçülmelidir. BRINELL deneyi için, uygun çelik veya sert madenden yapılmış bilyeler kullanılır. Deneyin yapılmasını kolaylaştırmak için, parçaların şekline uygun, örneğin, krank milleri, silindirik iç yüzeyler, küresel muylular v.b. eğrisel yüzeyli parçalar için özel deney aletleri geliştirilmiştir.

Büyük ve ağır makina parçalarının ROCKWELL deney aleti altında ölçülmesi zordur. Bu gibi durumlarda SHORE sertlik ölçme deney aleti kullanılır. Ayrıca SKLEROGRAPH (Siklerograf) adı verilen deney aletleri de bu amaçlar için iyi sonuç verir. Yalnız deney parçasının oldukça büyük olması gerekir.

Çok sıhhatli olmamakla beraber, elde kullanılan sertlik ölçme zımbaları ve aparatları yapılmıştır.

50. GEREKLİ OLAN SERTLİK DERİNLİĞİ

Sertlik derinliğinin en uygun değeri, iş parçasının çapına ve karşılaşılan zorlanmaya bağlı olarak seçilir.

Aşınma, genellikle parçaların birbirine kuvvet ileten yerlerinde ortaya çıkar. Parçanın yumuşak ve sünek olan çekirdek kısmının kesiti, iletilecek olan kuvvetin büyüklüğü ile doğru orantılı olarak değişir. Diğer bir deyimle, iletilen kuvvet artınca, çekirdeğin parçanın toplam kesitine olan oranı artar. Modern ve hassas makina yapımında aşınma miktarı çok defa 0,1-0,2 mm yi bulunca; makina elemanları kullanılamaz duruma düşebilir. Şu halde sertlik derinliği oldukça az olabilir. Yapılan deneyler, 10 mm çaplı bir deney çubuğunda sertlik derinliği, çapın %10'u

kadar olunca, sürekli yüklemelere karşı olumlu sonuç alınmıştır. Bu yüzden sertlik derinliği, genellikle çapın %5-10'u kadar alınır.

Aşınmanın özellikle yüksek olduğu ve iletilen kuvvetin makina gövdesince karşılandığı takımlarda, sertlik derinliğinin daha yüksek oranlarda seçilmesi gerekir. Briket preslerindeki kırılma geçmeler, zırhlar, öğütme makinalarındaki öğütme plakaları ve vurucular, zincir dişlileri, zincirli taşıt araçlarındaki iletme çark ve makaraları v.b. sürekli olarak aşınmaya karşı olduklarından; istenilen dayanıklılığın elde edilmesi için, sertlik derinliği kesit kalınlığının %30-50 si kadar seçilir.

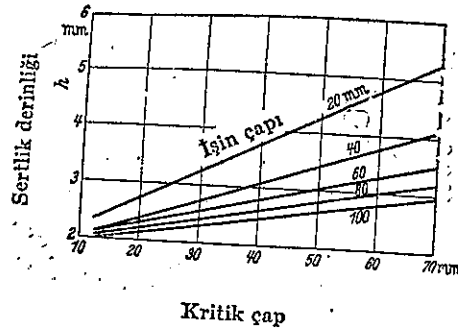
Üst yüzeydeki sertlik, yalnız gerecin karbon oranına bağlı kalıyorsa (Şekil: 35) ve uygulanan yöntem kusursuz ise, sertleştirme yöntemleri arasındaki farkları görebilmek için, en iyisi, sertleştirilen parçalardan uygun kesitler alınarak, sertlik derinlikleri ölçülmelidir.

51. GEREĞİN SERTLİK DERİNLİĞİNE ETKİSİ

Belli ölçüdeki iş parçasında elde edilebilecek sertlik derinliği, çeliğin sertleşme özelliğine bağlı olarak değişir. KUBASTA, "Asil çeliklerin sertleştirilmesi" adlı kitabında, sertleştirme sıcaklığı ve soğutma ortamı uygun seçildiğinde, parçanın tamamının sertleşebileceği çapına, kritik çap adını vermiştir. Kritik çaplı parçanın çekirdek sertliği, çevre sertliğinin %95'i kadardır. Böylece her sertleştirme yöntemiyle belli bir çelik için, belli bir kritik çap elde edilir. Kritik çapın ölçüsü, sonradan uygulanacak ısı işlemleriyle değiştirilemez. Böylece, diğer ölçülerdeki kesitlerde elde edilecek sertlik derinliği, basit formüller veya tablolar yardımıyla bulunabilir. Eğer sertleştirilecek parçanın ölçüleri, kritik çaptan küçükse, ozaman, sertleştirme sonunda çatlaklar ortaya çıkabilir. Ayrıca sertleştirilen iş parçasının çapı, kritik çaptan en çok 5-6 kat büyük olmalıdır. Yoksa, beklenen sertlik elde edilemez, yumuşak lekeler ortaya çıkar ve çekirdekte çatlaklar oluşabilir.

Sertleştirme sıcaklığı ve soğutma maddesinin seçiminde KUBASTA'nın kritik çapı, bir değişme sayısı olarak aşağıdaki şekilde kullanılmıştır. Burada parça fırından su verme sıcaklığında çıkarılmıştır.

Alevde sertleştirme, suda sertleştirme (su verme) işlemine çok benzediğinden ve sıklıkla birikimi yalnız parçanın çevresindeki ince bir bölgede olduğundan; kritik çap, sertlik derinliğinin önceden kestirilmesinde bir ölçü olarak kullanılabilir. Kritik çapları 20-100 mm arasında değişen üç ayrı gereçten yapılmış makina parçası, değişmeyen sertleştirme koşullarında sertleştirildikten sonra, sertlik derinliği metalografik olarak muayene edilmiştir. Şekil 47 de gösterildiği üzere, bütün deney koşulları



Şekil: 47 Sertleştirme koşulları sabit kaldığı zaman, kritik çapın, sertlik derinliğine etkisi, çevreden sertleştirmede işin çapına bağlı kalmaz.

Bileşimi : %0,9-1,0 C
%0,16-1,94 Mn
%0,09-0,33 Si
%0,18-1,18 Cr

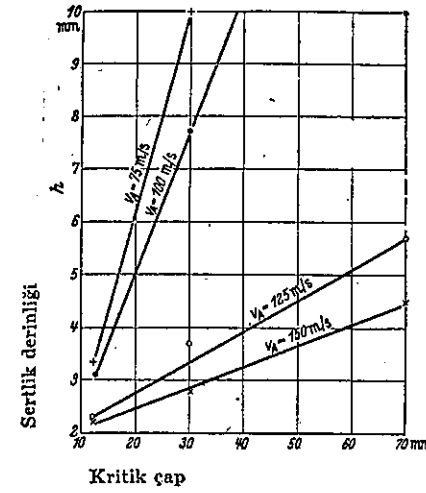
Sertleştirme sıcaklığı : 750°C
Gaz karışımının ortalama hızı : 125 m/s

değişmediği, ısıtıcı gücü, sertleştirme süresi ve sertleştirme sıcaklığı sabit kaldığı halde, kritik çapın büyümesiyle, sertlik derinliği de sürekli olarak artmıştır. Böylece kritik çapın etkisinin önemi anlaşılmış olur. Şekilde, ayrıca, fırın veya ocaklarda yapılan sertleştirmede olduğu gibi; Alevde sertleştirmede de, iş parçasının çapı artınca, sertlik derinliğinin azaldığı ve sertlik durumu ile çapa bağlı kalmadan ortalama olarak 2 mm. lik bir sertlik derinliği elde edilebileceği görülür.

52. SERTLEŞTİRME YÖNTEMİNİN SERTLİK DERİNLİĞİNE ETKİSİ

a) SERTLEŞTİRME SICAKLIĞI

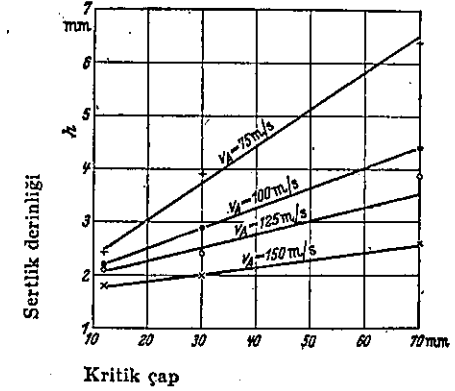
Sertleştirme sıcaklığı artırılırken, ısıtma süresi uzatılır, veya ilerleme hızı düşürülürse, sertlik derinliği hemen artar. Ancak parça aşırı ısındığından sertleşen kısmı kaba taneli olur. Bu yüzden gerecin amaca göre uygun seçilmesi gerekir. Örneğin RBH - Çeliği, sertlik derinliğinin çok az olması gereken işlerde ve düşük sıcaklıklarda iyi sonuç verir. Sertlik derinliği çok olan işlerde ise; yüksek sıcaklıklarda etkilene miyen özel alaşımlı çelikler kullanılır,



Şekil: 48 İş parçasının çapı 20 mm.

V_A = Gaz karışımının ortalama hızı m/s

Isıtıcının gücü, kullanılan gaz-oksijen karışımının ortalama hızına bağlı olarak değişir.



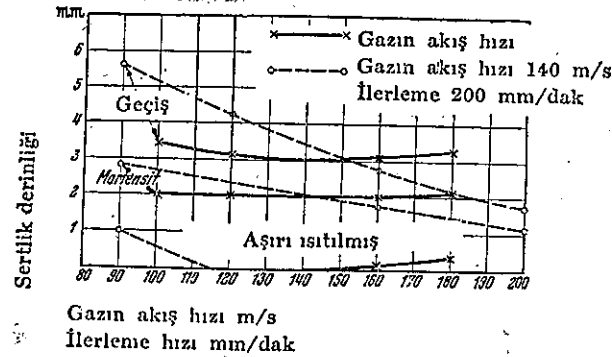
Şekil: 49 İş parçasının çapı 60 mm.

b) ISITICININ GÜCÜ

Kullanılan gerece uygun olarak seçilen sertleştirme sıcaklığı sabit tutulmak üzere, ısıtıcının gücü değiştirilerek, sertlik derinliğini değiştirme olanağı vardır. Bu amaçla, ya ısıtıcının yapısı değiştirilmeden, gaz-oksijen karışımının akış hızı değiştirilir; yahutta gaz-oksijen karışımının akış hızı uygun bir değerde sabit tutulup; ısıtıcının çıkış kesiti değiştirilir. Şekil: 48 ve 49 da 20 ve 60 mm lik kritik çaplarda, ısıtıcı gücünün, parçanın sertlik derinliğine olan etkisi gösterilmiştir.

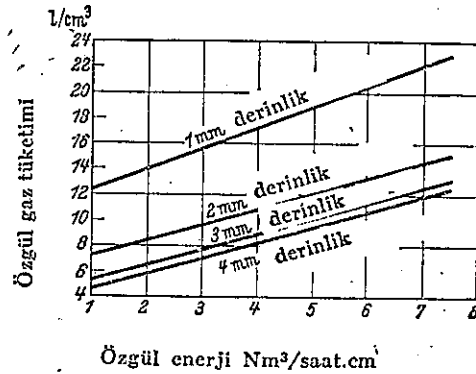
Isıtıcı gücünün, kritik çaplardaki iş parçalarında sertlik derinliğine etkisi, diyagramda kolayca izlenebilir. Deneyde, sertleştirme sıcaklığı 750°C olarak alınmıştır. Isıtıcının gaz karışım akış hızları V_A değişik değerlerde alınmıştır.

İlerlemeli sertleştirme yönteminde, ilerleme hızı, gaz karışımının hızının belli bir oranına kadar yükseltilir (Şekil: 50). Böylece sertleştirme sıcaklığı sabit kaldığından; sertlik derinliği de sabit kalmış olur. Buna karşılık, gaz karışımının hızı sabit tutulurken; ilerleme hızı düşürülürse, sertleştirme sıcaklığı yükseleceğinden, sertlik derinliği artar. İlerleme hızı 115 mm/dak. sınırında, aşırı derecede ısınma başlar. 90 mm/dak. lik ilerleme hızında ise; 1 mm lik sertlik derinliği elde edilir. İlerleme hızının daha çok düşürülmesi, parçanın dış yüzeyinde erimeye yol açabilir.



Şekil: 50. İlerlemeli sertleştirme yöntemi. Şekilde sürekli çizgi ile gösterilen eğri, ilerleme hızı, gaz karışımının hızının belli bir oranı kadar alınarak, kesik çizgi ile gösterilen eğri ise, gaz karışım. hızı 140m/s de sabit tutulurken, ilerleme hızı 90-200mm/dak. arasında değiştirilerek elde edilmiştir.

Belli bir sertleştirme sıcaklığında, sertlik derinliğini azaltmak için, ısıtıcının daha güçlü seçilmesi gerekir. Böylece özgül enerji gereksinmesi oldukça artar. Şekil: 51 de ilerlemeli sertleştirme için, enerji gereksinmesi gösterilmiştir. 1 cm³ lük sertleştirilmiş bir hacimde, 1 mm lik sertlik elde etmek için, aynı hacimde 2 mm lik sertlik elde etmek için tüketilen enerji miktarının 1,5-1,7 katı kadar bir enerjiye gereksinme duyulur. Yarıklı sertleştirme beklerinde, gaz bağlantı gücünün değiştirilmesi, ancak 2 Nm³/sa, cm ye kadar yükseltilebilir. Bu, bek her cm. lik yarığın-



Şekil; 51 Sertlik derinliğine ve bağlanılan enerji gücüne göre gerekli olan özgül enerji miktarları,

dan, her saatte alınan güç demektir. Daha büyük güçler için süzgeçli bekler kullanılmalıdır.

Şekil: 51 deki diyagramda, sertlik derinliklerini gösteren doğruların gittikçe yükselmesi, bize, ısıtma gücü bağlantısını arttırmak için, yarıklı beklerin süzgeçli beklere karşılık daha ekonomik olarak kullanılabileceğini gösterir.

c) Dengeleme Süresi

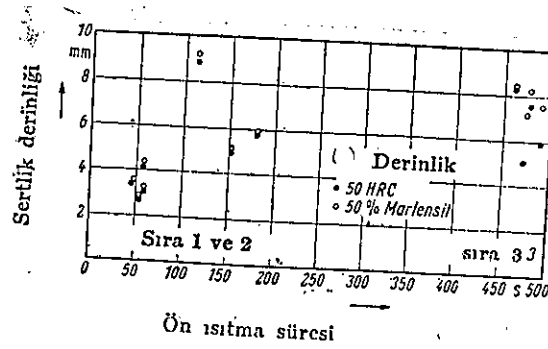
Isıtma süresi sona erdikten sonra, soğutma yapıncaya kadar geçen süreye, dengeleme süresi adı verilir. Bu süre oldukça önemli olup, bu süre içinde verilmiş olan ısı dengelenmiş olur. Çevrede birikmiş olan aşırı ısı azalırken, parçanın daha iç kısımları da sertleştirme sıcaklığına erişir. Bu dengeleme süresi, parça yüzeyinin manto (kılıf) şeklinde ısıtılmasıyla yapılan sertleştirme yönteminde, çevirme aparatının hızı değiştirilerek kolayca ayarlanabilir. İstenen sertlik derinliği ne kadar az ise, ısıtma sona erdikten sonra, soğutmaya başlamak için geçen bu dengeleme süresi de o kadar kısa olur. Sertlik derinliği artınca, bu süre de orantılı olarak artar.

Çizgisel sertleştirme yönteminde, dengeleme süresi, yalnız ısıtıcı ile soğutucu duş arasındaki uzaklığı değiştirmekle ayarlanabilir. Bir iş parçası üzerindeki farklı sertlik derinliklerini tek bir ısıtıcı kullanarak elde edebilmek için, sözü edilen uzaklığın bir aparatla ayarlanması gerekir. Ayrıca, soğutma duşunun parçanın ısıtılmış olan yüzeyine, her zaman olduğu gibi dik değil, azıcık meyilli olarak püskürmesi gerekir. Duş daha yukarıda tutularak bu amaca ulaşılabilir.

Sertlik kabuğunun kalınlığı, dengeleme süresine bağlı olarak sınırlandırılabilir. Çünkü sıcaklığın, yalnız ısıtılmış olan dar bir alanda çok kısa bir süre içinde düşürülmesi, dengeleme süresi ile orantılıdır. Daha sonra sertlikte herhangi bir artma olmaması için, bu süre çok önemlidir. Bu yüzden, dengeleme süresi en çok birkaç saniyeyi geçmez. Çeliğin özelliği değişmemek koşulu ile, ısıtıcının gücü ve dengeleme süresi arttırılırsa, sertlik derinliği de artar. Buna karşılık diğer koşullar aynı kalırken, dengeleme süresi kısaltılırsa, sertlik derinliği azalır.

d) ÖN ISITMA

Sertlik derinliğini arttırmak için, çizgisel sertleştirmede, parçalar, bir ön ısıtmaya karşı tutulabilir. Ön ısıtma, ya bir fırında veya bekle yapılır. Bunun için parçalar 500°C ye kadar ısıtılır. Bu amaçla tavlama beki, iş parçası üzerinde, sertleştirme başlayıncaya kadar ileri geri gezdirilir. İstenirse bir veya daha çok tavlama beki ilerleme doğrultusunda sar-



Şekil: 52 GS 42CrMo4 (Krom-Molibdenli dökme çelik) den bir parçada ön ısıtma süresinin, sertlik derinliğine olan etkisi.

kaç hareketi yapacak şekilde düzenlenebilir. Bu işlem sırasında tavlama sıcaklığı oldukça yüksek olup; sertleştirme sıcaklığının da üstünde tutulur. Şekil: 52 de ön ısıtma ile ilgili bir örnek gösterilmiştir.

e) UYGULANAN SERTLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

Manto (kılıf) şeklindeki ısıtma yöntemi ile, gizgisel ısıtma yöntemine karşılık, daha büyük sertlik derinlikleri elde edilebilir. Çünkü ısıtma hızı, dengeleme süresi ve soğutma hızı, bu yöntemde daha geniş bir alan içinde değiştirilebilir.

53. ERİŞİLEBİLECEK SERTLİK DERİNLİĞİ

Yapılan araştırmalar, erişilebilecek sertlik derinliğinin, gerecin kritik çapına, sertleştirilen parçanın ölçüsüne ve uygulanan yöntemin koşullarına bağlı olduğunu göstermiştir. ÇİZELGE - 8 de, normal koşullarda çeşitli gereçler için erişilebilecek sertlik derinlikleri verilmiştir. Ancak, sertleştirilecek parçaların et kalınlığı, istenilen sertlik derinliğinin en az 3-4 katı kadar olmalıdır. Bu yüzden sertleştirilecek parçaların çapı en az 15-20 mm. kadar olmalıdır. Daha küçük parçalar ve sertlik derinlikleri için, özel çelikler (RBH - Çelikleri) kullanılır. Alaşımless çeliklerde elde edilebilecek en büyük sertlik derinliği, yaklaşık 4 mm dir. Daha büyük sertlik derinlikleri için, alaşımlı çelikler seçilmelidir. Alaşım elementlerinin oranı artırılarak sertlik derinliği istenildiği kadar arttırılabilir. Sertlik derinliğinin arttırılmasında, çalışma süresinin uzatılmasından çok, yüzey sertleştirme işleminin kendisi etkili olur.

BÖLÜM IV

Alevde sertleştirme işleminin uygulanışı

A. İŞ PARÇASININ DURUMU

54. TEKNİK RESİMDE VERİLMESİ GEREKEN BİLGİLER

Alevde sertleştirme işlemi için de, konstrüksiyon bürolarında ciddi bir iş planlamasının yapılması gerekir. Konstrüktörün teknik resim üzerinde, gerekli bilgileri doğru olarak gösterebilmesi için, sertleştirme yönteminin olanaklarını ve özelliklerini iyi tanıması zorunludur. Bunun için en iyisi, konstrüktör önce sertleştirme atelyesi ustası ile görüşmeli ve onun tecrübelerinden yararlanarak, konstrüksiyondaki sertleştirme parçasını değerlendirmelidir. Teknik resim üzerinde verilen bilgiler açık ve doğru olursa, konstrüktör ile sertleştirme atelyesi arasındaki anlaşma kolaylaşır ve yanlış anlamalarla kusurlu sertleştirmeler olmaz. Teknik resimlerde gösterilen sertleştirmelerle ilgili açıklamalar standartlaştırılmadığından, aşağıdaki noktaların göz önünde tutulmasında yarar vardır.

a) SERTLEŞTİRME RESMİ

Sertleştirilecek olan parçaların teknik resimlerinin sol altında bir sertleştirme resmi bulunur. Bu resim gerekirse daha küçük ölçekle ve çok görünüşlü olarak çizilir. Bu resimde ısıtma işlemi için önemsiz olan detay bilgiler bulunmamalı; fakat sertleştirmede önemli olan yuvarlatma ve kavisler belirtilmelidir. Sertleştirme resmi, parçanın yapım resminin bir kısmını oluşturduğundan, burada verilen bilgiler parçanın bitmiş son şekline bağlı olur.

b) İSTENİLEN YÜZEY SERTLİĞİNİN BELİRTİLMESİ

Daha önce tanıtılmış olan gereçlerden yapılan parçalarda, ancak, belli bir yüzey sertliği elde edilebilir. (KISIM 42 ye bak.). İstenilen sert-

lik derinliği, her zaman yeterli bir tolerans içinde gösterilmelidir. Örneğin $\pm 2R_c$ veya "en az 58 Rc" ve sertliği ölçülecek yer, okla belirtilmelidir. Sertlik, arzu edilen bir sertlik birimi ile gösterilebilirse de; alevde sertleştirmede çok kez ROCKWELL C sertlik birimi kullanılır.

c) YÜZEYDEKİ SERTLİK DERİNLİĞİ

Sertlik derinliğinin fonksiyonları hakkında, bu güne kadar kabul edilmiş herhangi bir anlaşma yoktur, ancak:

1. "VDEh" nin 830-55 numaralı gereç yapraklarında belirtildiğine göre, sertleştirilmiş olan bir iş parçasının dış yüzünde belli bir sertliğin ölçüldüğü derinliğe, yüzey sertlik derinliği adı verilir. Bu sertlik en az:

Karbon oranı %0,42 den çok çeliklerde 50 Rc

Karbon oranı %0,41 den az çeliklerde 45 Rc kadardır.

Birçok kitaplarda, yüzey sertlik derinliği için, başka kavramlara da rastlanır.

2. Sertlik derinliği, istenen veya olması gereken sertlik miktarının %95 - 85 ini taşıyan kısımdır.

3. Dokuda, %50 ye kadar MARTENSİT içeren kısım sertlik derinliğini oluşturur.

Birinci kavram, yüksek karbonlu çelikler için uygun bir sonuç vermez. Üçüncü kavram ise, ancak metallografik muayene veya karbon oranının analiziyle sonuç verir. Bu yüzden yazar, ikinci kavramı tercih ederek; alevde sertleştirme için, istenen sertliğin %90 nını içeren kısmı sertlik derinliği olarak değerlendirir. Bazı durumlarda, atelye koşullarına göre bu oran değişebilmektedir. Sertlik derinliği, teorik olarak %50 büyük toleransla hesaplanır. Örneğin, 1,5 mm. lik sertlik derinliği isteniyorsa, bu %50 fazlası ile 2,25 mm olarak gösterilebilir. Böylece, sertleştirilmiş yüzeyin taşlanması söz konusu ise, taşlama payı göz önüne alınmayabilir.

Sertlik derinliğinin kontrolü için, yüzeyi ince olarak taşlanmış parçaların kırılması gerekir. Zedelemeyen yapılan muayenelerde, her zaman iyi bir sonuç alınmaz.

55. İŞLEME PAYI

Konstrüktör, işleme türünü göz önünde tutarak, parçalara uygun bir işleme payı vermelidir. Haddelme ve dövme işlemlerinde parçaların üst yüzeylerinde karbon azalması olur. Sertleştirmenin başarılı olabil-

mesi için, bu gibi durumlarda işleme payının en az, 2-3 mm olması gereklidir. Parlak çekilmiş gereçlerde de, yaklaşık 0,5 mm ye kadar karbon azalması saptanmıştır. Böyle parlak çekilmiş gereçlerden yapılacak iş parçalarında, elde edilecek sertlik derinliği önemli ise, mutlaka talas kaldıran işlemlere karşı tutulması zorunludur. Yoksa istenen sertlik derinliğini tam olarak elde etme olanağı bulunamaz.

Yüzeyi sertleştirilen iş parçalarında, taşlama payı çok küçük verilir. Bunun için gereksiz yere sertlik derinliğini büyük almak gerekmez. Genel olarak taşlama payı, en çok 0,5 mm. verilir. Birçok durumlarda bu pay, 0,1 mm ye kadar düşürülebilir. Sertlik tabakasını taşlama yolu ile kaldırmamak için, sertlik derinliğini yeter ölçüde büyük tutmak yerinde olur.

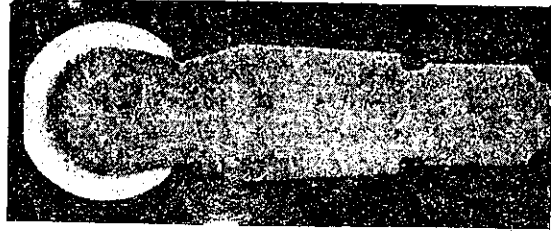
56. YATAK BOŞLUĞU

Sürekli çalışan parçalarda, yatak boşluğunun oldukça büyük tutulması gerekir. Bununla beraber, krank millerinde ve torna tezgahlarının fener millerinde, yatak boşluğunun çok az (0,01 mm. den az) olması gerekir. Bu gibi durumlarda, alevde sertleştirilmiş parça yüzeylerinin ısınarak bozulmaması için, yağlamanın sürekli ve iyi yapılması zorunludur. Zira yatak boşluğunun istenilen toleranslar dışına çıkmasına göz yumulamaz.

Birçok durumlarda, alevde sertleştirme işleminden sonra, taşlama işlemi uygulanmaz. Çünkü kullanma amacı böyle bir işlemin yapılmasına izin vermeyebilir. Örneğin, şimdiye kadar fırında sertleştirilen pernelara, çalışabilmeleri için 0,6 mm ye kadar yatak boşluğu verilirdi. Buna karşılık alevde sertleştirmede bu boşluğun 0,1 mm. olarak göz önünde tutulması yeterli olur. Çünkü fırında yapılan sertleştirmelerde ortaya çıkan çekme ve çarpılmalar, alevde sertleştirmede olmaz, ayrıca parçaların yüzeyindeki sertliğin daha yüksek olması göz önüne alınırsa; aşınmanın en aza indirilebileceği kolayca ortaya çıkar.

57. AMACA YÖNELİK BİÇİMLENDİRME

Şimdiye kadarki uygulamalar ve sunulan örnekler, parça biçiminin, kullanılacak sertleştirme yönteminin seçiminde etkili olduğunu göstermiştir. Düzgün ve simetrik iş parçalarının sertleştirilmesi, en kolay alevde yapılır. Bu durumdaki parçalarda, ısıtıcı, sertleştirilecek yüzeye yaklaştırılabilir. Alev, sertleştirilmesi tamamlanmış yüzeyleri ve ilerdeki yüzeyleri etkilemez.



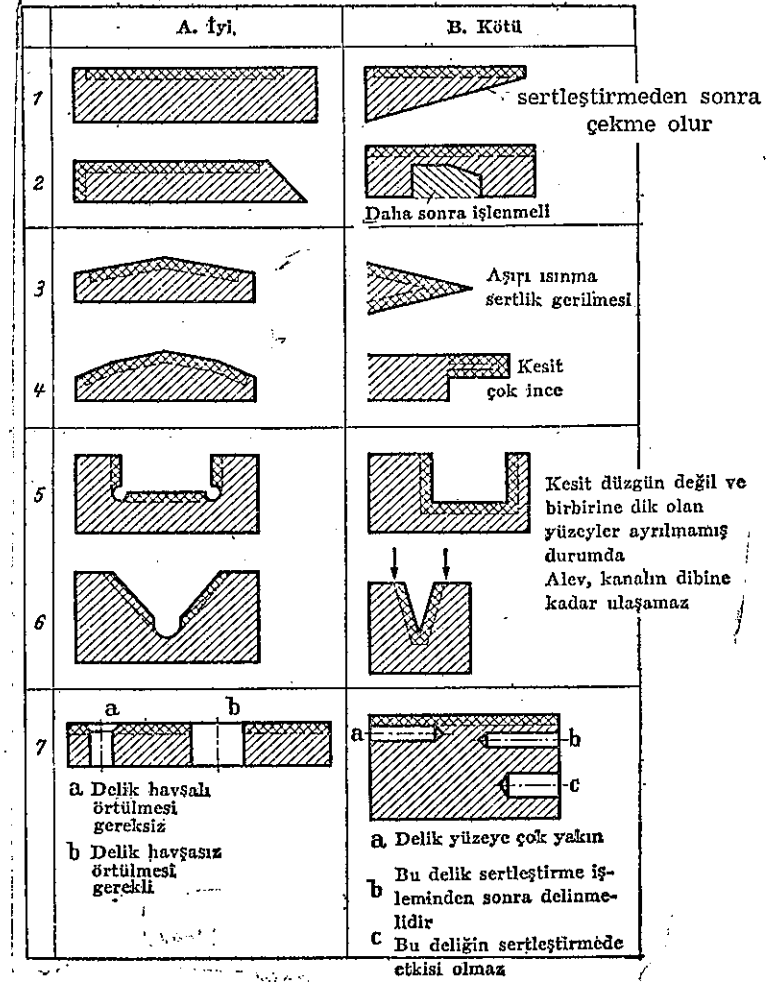
Şekil: 53 Sertleştirilmiş küresel uçlu bir pernonun taşlandıktan sonra çekilmiş bir resmi.

Örneğin, Uygun bağlanmış bir briket zımbasının bütün yüzeyleri tek işlemde sertleştirilebilir. Bir kalıp zımbasının sertleştirilmesinde, geniş olan alın yüzeyinin de, aynı işlemde sertleştirilmesi mümkün değildir. Eğer sertleştirme, iki işlemde tamamlanırsa; o zaman daha önce sertleştirilmiş bulunan yan yüzey çevresinde, birkaç milimetre genişliğinde bir kısım tavllanmış olur.

Bir kürenin yüzeyini bir işlemde sertleştiremeyiz. Çünkü küreyi bağlama olanağı yoktur. Şekil. 53 de, özel bir pernonun ucundaki yarım kürenin, alevde sertleştirilmesinde, düz uçlu bir bek, pernonun eksenine dik doğrultuda etkilemelidir. Böylece yüzeyin değişik çaplı olmasına karşın, düzgün bir sertlik tabakası oluşturulabilir. Yarım küre şeklindeki yatak kovanları, örneğin küresel yataklar, çapları yeteri kadar büyük ise; uygun profilli beklerle sertleştirilebilir. Süzgeç şeklindeki bekler, bu amaçla daha çok tercih edilir. Çünkü süzgeç şeklindeki beklerin gücü, farklı çaplı parçaların yüzeylerinde, daha iyi bir uyum sağlar. Buna karşılık, yarıklı beklerle bu gibi işlerde iyi sonuç alınamaz; zira bu beklerde güç sabit kalır.

İş parçasının sertleştirilen yüzeyi, bir dik açı ile sınırlanmıyorsa; kenarların yanmaması için, ya ek parçalarla dik açiya tamamlanır; yahut ta ısıtıcı bekin yoluna eğik konumda duran yüzeyler yuvarlatılır.

Sertleştirmede, doğru ve yanlış seçilmiş kesitler, şekil. 54 de gösterilmiştir. Dikdörtgen A₁ ve trapez (yamuk) A₂ kesitli parçalarda hiçbir güçlük karşılaşılmaz. Buna karşılık, üçken B₁ kesitlerde, gereç kalınlığı farklı olduğundan iyi sonuç alınamaz. Bekin gücü sabit kaldığından, düzgün bir sertleştirme olmaz. Uç kısımların tamamen sertleşmesi, çekmelere neden olur. Bekin eğik tutulmasıyla, yani bekin, kesitin uç kısmına olan



Şekil: 54 Parça kesitlerinden iyi ve kötü örnekler.

uzaklığını arttırmakla, düzgün olmıyan gereç kesiti büyük oranda dengelenmiş olur.

B₂ deki düzgün olmıyan kesitte, alevde sertleştirme iyi sonuç vermez. Boşaltılacak kısım, ancak sertleştirme işlemi tamamlandıktan sonra işlenmelidir. İnce kesitli parçalarda, işleme payı büyük seçilmeli ve sertleştirme

işleminde önce, yalnız sertleştirilecek yüzey işlenmelidir. İki yüzden yapılacak sertleştirmeler, aynı anda uygulanmalıdır. Tamamının sertleştirilmesi gereken B₁ deki gibi, çok ince kesitlerden mümkün olduğunca kaçınmalıdır. Örneğin, içi boş parçaların, aynı anda hem iç ve hem de dış yüzeyleri alevde sertleştirilemiyorsa, et kalınlığının yeteri kadar kalın seçilmesi gerekir. Böylece, birinci kademede sertleştirilmiş olan yüzey, ikinci kademede tekrar ısınarak sertliğini kaybetmez.

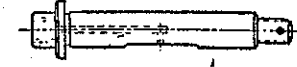
Alevde sertleştirilen yüzeyler birbirine geniş açı ile birleşiyorsa, (A₃ ve A₄); yüzeye uyan profil bekler kolayca kullanılabilir. Eğer yüzeyler birbirinden bir dik açı ile ayrılıyorsa (A₅ ve A₆); o zaman iki yüzeyin birleştiği yere, dairesel kesitli bir kanal açılır. Zor durumlarda, bu iki yüzey ayrı ayrı sertleştirilir.

B₂ deki kesitin et kalınlığının farklılığı, sakıncanın birincisini, sertleştirilen yüzeylerin birbirine göre dik konumda bulunması da, ikincisini ortaya koyar. Bu yüzden hesaplanan bir sertlik seyri elde edilemez. Aynı sakıncalı durumla, B₂ kesitindeki parçalarda da rastlanır. Alev kurtuktan içeriye giremez, geriye tepen ısı, bekin zararlı olacak derecede ısınmasına yol açar ve böylece başarılı bir sonuç alınmaz. Eğer kanal çok derin değilse; yan yüzeylerden yavaşça ileri geri hareket ettirilerek, oklarla gösterilen doğrultuda ısıtılarak iyi sonuç alınabilir.

A₇ kesitinde görüldüğü gibi, sertleştirme doğrultusuna dik konumdaki deliklerin havşalanması zorunludur. Yoksa, bunların lehimle veya bir tapa ile kapatılması gerekir. B₇ kesitindeki gibi sertleştirme doğrultusuna paralel konumdaki delikler ise, sertleştirilecek yüzeye çok yakın olmalıdır. Bu delikler lehim veya bir tapa ile kapatılsalar bile; alevde sertleştirme iyi bir sonuç vermez. Çok zaman, sakıncalı yönleri göz önünde tutularak, konstrüksiyon sırasında bu gibi durumlardan kaçınılır. Sertleştirme atelyeleri, bu gibi sakıncalı noktaları göz önünde tutan konstrüktörlerden genellikle memnun kalır. Örneğin, parçalardaki keskin kesit değişimleri, kama ve yağ kanalları, uygun şekilde konstrüksiyon değişiklikleri ile zararsız konuma getirilir. Mil ve pernelara açılan yağ kanallarının, genellikle helisel ve kesitin yarım daire şeklinde işlenmesi, sertleşen kabuğun parçalanarak dökülmesine yol açan, gerginliklerin oluşumuna neden olur.

Yağlama, en iyi şekil. 55 de görülen düz yağ kanalları ile sağlanır. Bu kanalların yapımı kolay olduğu gibi, alevde sertleştirmede karşılaşılan sakıncalara karşı da elverişlidir. 25 mm. den küçük çaplı delikler, alevde sertleştirilmemelidir.

Parçaların üst yüzeyinde bulunan yağ delikleri, sertleştirilen yüzeyde pul pul dökülmelere başlangıç olabileceğinden; delinmelerinde dikkatli olunması gerekir.



Şekil: 55 Alevde sertleştirmeye elverişli olması için, yağ kanalları düz açılmış bir perno. Boyuna delik, sertleştirme işleminden sonra delinmelidir.

58. STANDARTLAŞTIRMA

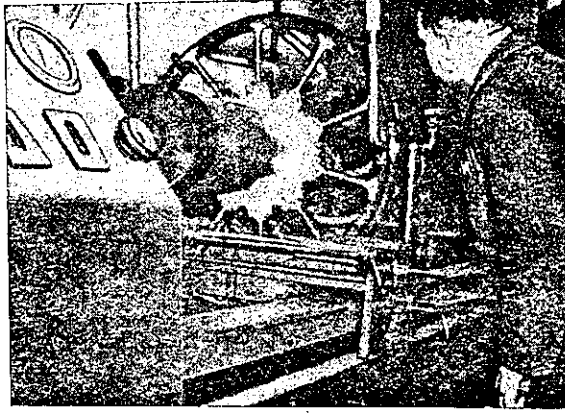
Konstrüksiyon çalışması yapanların, atelye olanaklarını tam olarak bilmesi zorunludur. Bu durum termin süresinin aşılmasını ve boşuna sinirlenmeleri önlediği gibi; düşünülen işin atelyede kusursuz şekilde yapılması olasılığını da oldukça artırır. Yeni geliştirilen makinalar için, atelye ile işbirliği yapmak kaçınılmazdır. Ancak bu sayede; bek ve makina için yapılması gereken yeni işlemler ile, istenilen parça sayısına ulaşabilmek için, özel düzenek ve kalıplara gerek olup olmadığı tartışılarak saptanabilir. Bilinen sertleştirme yöntemleri ile yapılamıyan veya çok pahalıya malolan sertleştirme işlemleri, bu gibi ortak çalışmalarla daha ekonomik olarak kararlaştırılır.

Standartlaştırma, çalışmayı kolaylaştırır. Sertleştirme çalışmalarında, gerekli olacak beklerin mümkünse hangi perno çapları ve yatak büyüklükleri için kullanılacağı belirtilmelidir. Atelyede bulundurulacak bek sayısını azaltmak için, ara ölçüler için tecrübelerden yararlanılmalıdır.

59. ALEVDE SERTLEŞTİRMENİN SAĞLADIĞI YENİ OLANAKLAR

Alevde sertleştirme, konstrüktöre birçok yeni olanaklar sağlar. Örneğin, hareket kayıtlarını bilinen normal profillerden kaynaklı konstrüksiyonla yapma olanağı bulunmuştur. Böylece, aynı direnç momenti için, oldukça önemli gereç tasarrufu sağlanabilmiştir. Çünkü alevde sertleştirme yöntemiyle, pratik olarak çekmesiz ve kusursuz sertleştirmeler elde edilebilmektedir.

Döküm parçalarda da, alevde sertleştirme yöntemi ile aşınmaya karşı dayanıklı yüzeyler elde edilebildiğinden; kalıpta dövme metodu ile yapılan karışık şekilli makina parçaları, örneğin, krank milleri döküm olarak üretilir. Eğer döküm sırasında, gerece uygun bir biçimlendirme tekniği uygulanırsa, çok olumlu sonuçlar alınır.



Şekil: 56 Bir kalanderin çevreden döner hareketle ısıtılarak alevde sertleştirilmesi

Haddelenmiş çelikten çok daha ucuza malolan, sert dökme hadde silindirlerinin kullanma alanı çok geniştir. Örneğin tekstil, kağıt v.b. endüstrilerde kullanılan ve kalander denilen silindirler, dayanım özellikleri çok iyi olan sert dökümden yapılır (Şekil: 56). Özellikle sertleştirilecek parçalar büyük ve sabit olduğu zaman bu yola baş vurulur.

Alevde sertleştirme yönteminin olanakları hakkında, derinliğine bilgi edinmiş olan konstrüktörler, atelyedeki makina ve düzeneklerden en iyi şekilde faydalanmayı sağlarlar.

B. İŞ PARÇALARINA SERTLEŞTİRME İŞLEMİNDEN ÖNCE VE SONRA UYGULANAN İŞLEMLER

60. GEREÇ DENEYLERİ

Sertleştirme işlemi, çok kez sonradan oldukça pahalı işlemleri gerektirir. Bu yüzden çalışmalar sırasında titizlik gösterilmesi gerekir. Parçaların bozulmaması için, önce, kullanılacak gerecin alevde sertleştirmeye elverişli özellikleri taşıyıp taşımadığı kontrol edilmelidir. Bu amaca uygun olan gereçler, depolama sırasında ayrı bir yerde bulundurulmalı ve kullanılacağı zaman yine denenerek kontrol edilmelidir.

a) DAYANIKLIK DENEYİ

Alevde sertleştirme çeliklerinde en önemli bileşim elemanı, karbondur. Bunun için analiz yoluyla karbon oranının saptanması gerekir. Analiz işi uzun sürer ve işten anlıyan teknisyenleri gerektirir. Bununla beraber, dayanıklılık deneyi yapılarak alınan sonuca göre karar verme olanağı da vardır. Zira çeliğin dayanımı arttıkça, karbon oranı da artar. Aynı karbon oranını içeren çeliklerde, üretim ve daha sonra uygulanan ısıl işlemlere bağlı olarak, farklı dayanım özellikleri ortaya çıkabilir. Bununla beraber bu farklılıklar belli sınırlar içinde kalır. (Şekil: 35).

Elde edilecek sertliğin belli bir sınırdan aşağı düşmesi istenmeyen durumlarda; hata oranını en aza indirmek için, dayanım özelliği daha yüksek çelikler seçilmelidir.

b) KIVILCIM DENEYİ

Tecrübeli teknisyenler, tanınmayan çelikleri kıvılcım deneyi ile kolayca guruplayabilir. Bunun için özellikleri bilinen çeliklerin kıvılcım resimlerinden yararlanılır. Kıvılcım deneyinde, karşılaştırma yapmak üzere, bileşimi bilinen çeliklerden parçalar da bulundurulur.

c) SERTLEŞEBİLME ÖZELLİĞİNİ SAPTAMA DENEYİ

Sertleşebilme özelliğini saptamada, çeliğin analizi kesin ve yeterli bir sonuç vermez. Kesin sonuç için ayrıca JOMİNY'e göre parçanın ısıtılarak aniden soğutulması gerekir. (Kısım 48'e bakınız). Yazar, bu amaç için ucuz bir deney aleti geliştirmiştir (Şekil: 46). Bu aletle, bilinen bütün çeliklerin normal eğrileri çıkarılabildiğinden; işlemlerden önce, yanlış gereç seçilmesinden dolayı yapılan zararlar önlenmiş olur.

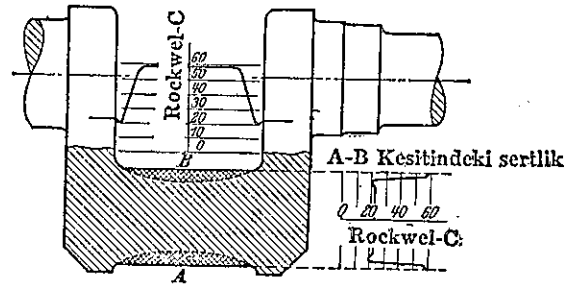
61. NORMALLEŞTİRME TAVİ

Dokusu, yeteri kadar ince taneli olarak üretilen alaşımsız çeliklerin alevde sertleştirme işleminden önce, herhangi bir tavlama işlemine karşı tutulması gerekmez. Bu yüzden, daha önce yapılacak bir tavlama ile, parçaların çentik dayanımı üzerinde, olumlu bir gelişme garanti edilemez.

Uzun ve ince miller, işlenmeden önce normalleştirme tavı ile normalize edilir. Bu amaçla, kaba işlemeden sonra ve son bitirme (Perdah) talaşından önce, üstten doldurma bir döküm ocağında tavlanoarak; işleme sırasında oluşan bütün gerginlikleri giderilir. Böylece, oldukça uzun çubuklar, çarpılmadan sertleştirilebilir.

Karışık biçimli parçaların da, sertleştirme işleminden önce normalize edilmesi gerekir. Karbonlu çeliklerin, 500 - 600C° arasında tavlama, bu amaç için yeterlidir. Tavlama parçalarda, sertleştirme sonundaki çatlama ve çarpılmalar en aza iner. Alaşımli çelikler, içindeki alaşım elemanlarının çekirdek dayanımına olan olumlu etkisini arttırmak için, genellikle tavlama olarak kullanılırlar.

Krank mili, dişliçark v.b. makina parçalarının, tavlama sırasında, biçimlerinin bozulmaması için, kaba durumda iken tavlama yapılmalıdır. Talaşlı işlemler, tavlama sonrası daha rahat olarak yapılır. Alevde sertleştirme işleminin, tavlama sonrası olan bu parçalarda herhangi bir olumsuz etkisi olmaz. Yalnız, dayanım özelliğini çok yükseltmek için tavlama sonrası parçaların dışı ile, çekirdek kısmı arasındaki çok dar bir alanda, dayanım özelliğinde düşmeler olabilir. (Şekil: 57). Bu değişimin, pratikte önemli hiçbir sakıncası saptanamamıştır.



Şekil: 57 Daha önce tavlandıktan sonra, alevde sertleştirilmiş bir krank milinin kesitindeki sertlik durumu.

62. ÖZEL DURUMLARLA İLGİLİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ

a) ÇEKMENİN AZALTILMASI

Çeliklerin sertleştirmesinde martensit doku oluşunca, daima bir hacim büyümesi ortaya çıkar. Hacim büyümesi, çelikteki karbon oranına bağlı olarak değişir. Alevde sertleştirmede kullanılan normal karbonlu çeliklerdeki karbon oranı, %0,3-0,6 arasındadır.

Çevreden ısıtılarak veya çevreden iletme hareketiyle ısıtılarak yapılan alevde sertleştirme işlemlerinde, parçaların soğutulması da çevreden

yapılır. Bu nedenle, bu şekilde sertleştirilen parçalarda, eğer daha önce geçirdiği ısı veya talaş kaldıran işlemler sırasında, herhangi bir gerilme oluşmamışsa; yeni bir gerilme ortaya çıkmaz.

Yalnız, tek taraftan ısıtılarak yapılan alevde sertleştirmelerde, eğer parça serbest olarak genleşebilecek konumda ise; parçanın ısıtılan tarafında, hacim büyümesi sonucu, bir bombeleşme ortaya çıkar. Bu yüzden, kesitteki gerginliği yok etmek için, ısıtılan kısmın dövülmesi veya basılması iyi sonuç verir. Sertleştirilen parçada, sertleştirme anında bir hacim büyümesi olmasına karşın; parçanın içi boş bile olsa, soğutma sırasında, sertleştirilen üst yüzeyde bir kısalma ortaya çıkar. Bu yüzden sertleştirme işlemi, parçanın birbirine karşı olan iki yüzeyinde, örneğin, bir dişli çarkın dışının her iki yan yüzeyinde, aynı anda yapılmalıdır. Böylece, sertleştirme sonundaki çekme miktarı, pratik olarak sıfır olur. Bu durum, örneğin, demiryolu rayları (Şekil: 28) ve briket pres zımbaları (Şekil: 58 ve 59) için de geçerlidir.

Yalnız bir yüzeyi aşınmaya karşı dayanıklı olan, uzun ve çubuk şeklindeki iş parçalarının, çarpılmasını en küçük değerde tutmak için, aşınma yönünden gerekli olmasa bile; her iki yüzeyinin aynı anda sertleştirilmesi iyi sonuç verir. Daha sonra düzeltmek için, bir operasyon işleminin uygulanmasına olanak bulunmayan durumlarda; sertleştirmeden doğan çarpılmaları azaltmak için, parçalar eğilmiyecek derecede sağlam altlıklara bağlanabilir. Uygun düşen durumlarda, 1-2 mm. kalınlığındaki sacdan yapılmış altlıklar aracıyla, iş parçalarının ortasında bir ön gerilme oluşturularak; sertleştirmeden sonra parçaların düzgün konuma gelmesi sağlanabilir. Takım tezgâhlarında, kızaklar, karşılıklı iki yüzlerinin birlikte sertleştirilmesine, konstrüksiyonları bakımından olanak bulunamadığından; ortaya çıkacak çekmeyi karşılayacak kadar, dış bükey olarak planya edilirler. Orta kısımda bulunması gereken yüksekliğin, yaklaşık olarak, her bir metrelik boyda 0,1-0,15 mm. arasında olması gerekir. Örneğin, 4 m. uzunluğundaki bir torna tezgâhı kızığının ortasındaki yükseklik 0,4-0,6 mm. yi bulur.

b) PARÇA KESİTİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Düzgün kesitli parçaların elde edilmesi, çok kez mümkün olmayabilir. Bazen, alevde sertleştirme işlemi çok ustaca yapılsa da, mekanik işlemlerle eşit kalınlıkta bir kesit elde edilemez.

Örneğin, iki tarafında bağlama halkaları (Kulakları) bulunan yatak parçalarında, ısı akışının çabuk oluşu yüzünden, bağlama halkalarında sertleştirme sıcaklığı daha düşük kalırken; yatak kısımlarının tamamen sert-

leşmesi tehlikesiyle karşılaşılır. Bu gibi durumlarda, yatak halkaları, kısa bir zaman içinde büyük ısı bırakan, normal yassı bekler yardımıyla önceden ısıtılır. Böylece, ısıtma düzgünleştirilmiş ve sonuçta kusursuz bir sertlik tabakası elde edilmiş olur.

Sertleştirilen yüzeyler, dik açı ile sınırlanmadığı durumlarda bile; çekme olmaması için, bekin eğik konumda tutulmaması gerekir. Bekin her zaman iş parçasının eksenine dik konumda tutulması zorunludur. Aynı sakıncalı durum yüzünden, çok dar olan yüzeyler, yassı ve geniş ağızlı beklerle eğik konumda tutularak sertleştirilmemelidir. Kullanılan bekin yarık uzunluğu, sertleştirilecek yüzeyin genişliğine uygun olmalıdır.

İşletme (Tahrik) ve kavrama millerinde, hareket ileten dişlerle kanallar, aynı anda sertleştirilmelidir. Şekil: 54-A5 de görüldüğü gibi, birbirine dik konumda bulunan yüzeylerin arasında, bir boşaltmanın söz konusu olduğu konstrüksiyonlarda, sürekli yüklemelere karşı dayanıklılık beklenemez. Bu gibi iş parçaları, çap farklılıkları yüzünden, çevreden ısıtılarak sertleştirilemez. Gerekli olan sertleştirme hareketi, ancak, sekman şeklindeki beklere salınım hareketi verilerek elde edilir.

Sekman biçimli bekler, yol verme çemberi üzerine yerleştirildikten sonra, yataklanan kısım üzerinde, seri olarak, ileri geri hareket ettirilir. Yol verme çemberinde, hareket yönüne ters düşen kısımların daha çok ısıtılabilmesi için, bek bu kısımlar üzerinde biraz daha uzunca tutulur. Böylece, kesitleri düzgün olmamasına karşın, bu gibi parçaların sertleştirilmesinde, salınım hareketi uygulanan sertleştirme yöntemiyle iyi sonuçlar alınabilir.

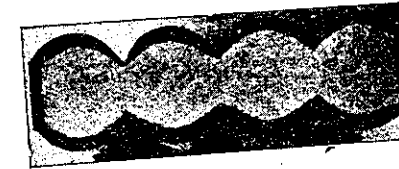
Üzerinde kama yuvası, yağ deliği v.b. deliklerle boşaltmalar bulunan yüzeylerin sertleştirilmesinde, keskin kenarların gereğinden çok ısınarak erimesini önlemek için, bu yuva ve deliklerin önceden kapatılması zorunlu olur. Bu amaçla, rutubetli çamur yerine, asbest karıştırılmış şamot, özel macun veya dökme demir parçalarından yararlanılabilir. Çamur ve şamot kullanıldığında, çok parlak ışınlar ortaya çıktığından, sertleştirme durumunun gözetlenebilmesi için, özel koruyucu gözlük kullanılması zorunlu olur. Yoksa yanıcı gaz olarak yalnız asetilenin seçilmesi yerinde olur. Sertleştirilen kısma komşu olan yumuşak bölgelerin örtülmesine zorunluk yoktur, çünkü sertleştirme beki, yalnız istenilen yüzeye uyduğundan; yalnız o kısmı ısıtır. Eğer, parça, kenarına kadar sertleştirilecekse, aşırı ısınmadan korumak için, uygun biçimli bakır altlıklardan yararlanılır. Sertleştirilecek yüzey üzerinde, birlikte sertleştirilmesi zorunlu olan eğik kenarlar varsa, bu sorun daha çok önem kazanır.

c) SERTLEŞTİRİLEN PARÇA SAYISINI ARTTIRMAK

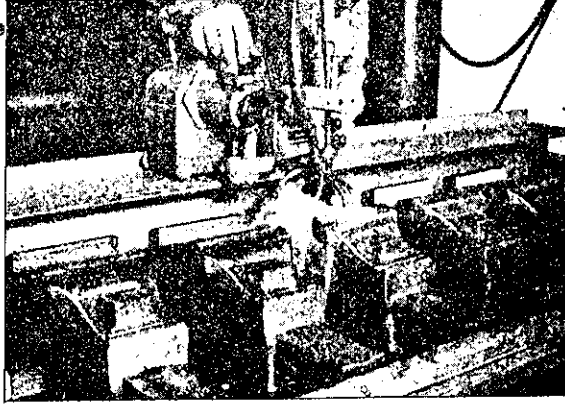
Eğer iş parçaları takılmış konumda sertleştirilecekse; parça sayısını arttırmak için, gerekli hızlandırma yapılabilir. Buna örnek olarak, menegenlerin sertleştirilmesi gösterilebilir (Şekil: 60). Bu örnekte, mengene ağızlarının dört çalışma yüzü aynı anda sertleştirilmektedir. Burada, sertleştirme makinasındaki bekin, uygun uzaklıkta olup olmadığı bir masterla kontrol edilir. Böylece olumlu sonuç için, yalnız beke hareket verilmesi yeterli olur.



Şekil: 58 Düşey sertleştirme makinasında briket pres zımbasının sertleştirilmesi.



Şekil. 59 Şekil. 58 de gösterilen yöntemle sertleştirilmiş bulunan pres zımbasının, parlatıldıktan sonra çekilmiş resmi.



Şekil: 60 Zaman ve tasarruf sağlayıp parça sayısını arttırmak amacıyla, bir mendenide bulunan dört çalışma yüzeyinin aynı anda sertleştirilmesi.

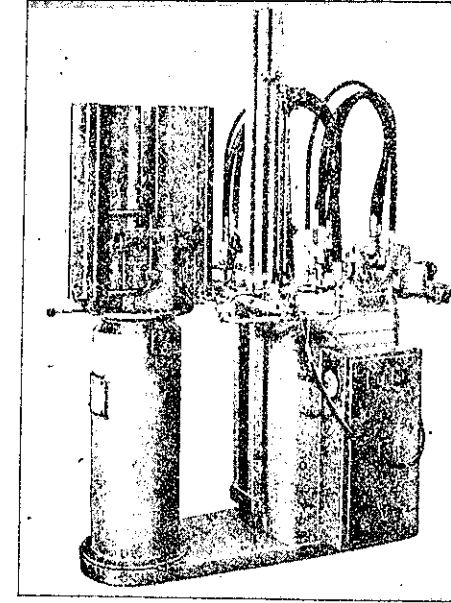
Elde bulunan makinenin gücü yeterli ise, aynı türdeki iş parçalarının ikisi aynı anda sertleştirilebilir. Dizel motorlarındaki püskürtme pompasını çalıştıran kam milleri buna örnek gösterilebilir. Şekil. 61 de, zincirli demiryolu araçları için, taban levhalarının iki ayağını aynı anda sertleştirme olanağı veren, özel bağlama düzeneği bulunan, düşey sertleştirme makinesi tanıtılmıştır.

Sertleştirmenin otomatik olarak devam edebilmesi için, dört iş parçası makineye bağlanabilmekte ve işlem sırasında, bu parçalardan ikisi değiştirilmektedir.

63. GERGİNLİK GİDERME TAVİ (Meneviş)

Alevde sertleştirilen parçaların çoğu başka bir işleme karşı tutulmadan yerine takılır. Çalışma toleransı çok dar olan ve hareket özelliğinde yüksek duyarlılık gerektiren iş parçaları ise; sertleştirme işleminden sonra ince olarak taşlanır veya parlatılır.

Otomotif endüstrisinde ve takım tezgahları üretiminde, alevde sertleştirilen iş parçalarına, özellikle döner hareketle sertleştirilen dişli çarklara, her zaman, meneviş işlemi uygulanır. Çünkü bu parçalar, kuvvetli salınım ve çarpma zorlamalarına karşı bulunduğu için, gereç özelliklerini iyileştirmek için, bunlara meneviş yapılır. Meneviş sıcaklığı, kuramsal olarak 150-200 C° arasındadır. Bundan başka, makina üretiminde, parçaların biçimleri olarak tanır; sonradan tavlama da uygulanır. Bağlanmış konumdaki iş parçaları beklerle kolayca ısıtılarak menevişlenebilir. Mene-



Şekil: 61 Herlemeli yöntemle iki taban plakasını aynı anda sertleştirebilen, bir düşey sertleştirme makinesi.

viş sıcaklığı, 200-600 C° için, özel olarak yapılmış MİLİSKOP lar veya termik krom çubuklar yardımıyla kontrol edilebilir.

Meneviş işleminin, sertlik kaybına yol açarak, aşınmayı arttıracak endişesi, hiçbir zaman düşünülmemelidir. Hayret edilmekle beraber durum her zaman tersine olur. Meneviş yapılan parçaların çalışma özellikleri ve aşınmaya karşı dayanıklılığı, meneviş yapılmıyan parçalara karşı daha yüksek olur. Çatlama olasılığı bulunan makina parçalarına, örneğin, çok sivri uçlu kamlara, meneviş yapılması zorunludur.

64 PASTAN KORUNMA

Alevde sertleştirilen karbonlu çelikten yapılmış parçalar, sertleştirme işlemi sona erer ermez, hemen kurulanmazsa, çok çabuk paslanır. Kurulma işlemi çoğu kez yapılmadığı için, özellikle akort çalışan sertleştiriciler, bu işlemi ek bir işçilik olarak karşıladığından, bu amaç için hazırlanmış pasa karşı koruma banyolarının kullanılması yerinde olur. Parçalar, sertleştirildikten sonra doğrudan doğruya bu banyoya daldırılıp kısa süre tutulursa, uzun süre pasa karşı korunma özelliği kazanmış olurlar.

Bu nedenle kullanılacak püskürtme suyunun miktarı, iş parçalarının elle tutulabilecek dereceye kadar soğutulması (Yaklaşık 70 C°) göz önünde tutularak hesaplanır. İş parçasının üzerinde kalan su daha çabuk buharlaştığından; paslanma olasılığı da azalmış olur.

C. SERTLİK KUSURLARI VE BU KUSURLARIN GİDERİLMESİ

65. GEREÇ VE İŞLEM KUSURLARI

Alevde sertleştirmede kullanılan gereç elverişsiz ve uygulanan yöntem kusurlu olursa, sertlik kusurları ortaya çıkabilir. Bu yönden, faydalı olması için tipik birkaç örnek verilmiştir.

İşleme payı yeteri kadar verilmez, dövme işlemi iyi yapılmazsa, bindirme, arıtma, hadde ve çekme sırasında çatlaklar oluşursa, parçadaki sertlik tabakasının zedelenmesi söz konusu olabilir. Talaş kaldırarak işlenmeyen parçaların, kenarlarında ortaya çıkan karbon azalması da, beklenen sertliğin elde edilmesine engel olabilir. Parça kenarlarının, aşırı derecede ısınarak kırılması veya erimesini önlemek için, başlangıçtaki tavlama süresini uzatmamak, iş parçası ile bek arasındaki uzaklığı çok az tutmamak veya parça sonlarında ısı iletimini azaltmak gerekir. Belirtilen bu işlem kusurları, usta sertleştiriciler tarafından kolayca ortadan kaldırılabilir. Bunun için, ilk tavlama süresinin, doğru ve parça ile bek arasındaki uzaklığın, alev özünü göre uygun olarak ayarlanması, alev hızının, özellikle parça sonlarında azaltılması gerekir.

Eğer, gerece uygun bir üst yüzey sertliği (Bölüm III deki gereçler bölümüne bakınız) elde edilemiyorsa; buna, ya kenarlardaki karbon azalması, ya da soğutmanın yeteri kadar yapılmaması neden olabilir. Kenarlardaki karbon azalması, parlak çekilmiş gereçlerde çok sık olarak görülür. İşlenmemiş çelik döküm, haddelenmiş ve dövülmüş parçalarda, karbon azalmasına her zaman rastlanır. Bu yüzden, durum ve koşullar izin verirse; bu gibi iş parçalarının sertleştirilecek olan yüzeylerine, en az 1-2 mm. kadar talaş payı verilmelidir.

Soğutulacak parçaların parlak ve oksit örtüsünden temizlenmiş olması gerekir. Eğer parça siyah bir renk alıyorsa; bu, iyi bir soğutmanın yapıldığını gösterir. Bu gibi durumlarda, soğutmanın normalleştirilmesi için, düşün kontrol edilmesi gerekir. Soğutmanın kusursuz olması, ısıtma kadar önemlidir. Bu yüzden işlem kusurları daima gözden uzak tutulmalıdır.

BÖLÜM V

Alevde sertleştirmenin değerlendirilmesi

66. GEREÇTEN TASARRUF

Alevde sertleştirme işlemi, birçok bakımdan gereç tasarrufuna olanak verir.

a) FIRENİN AZALTILMASI

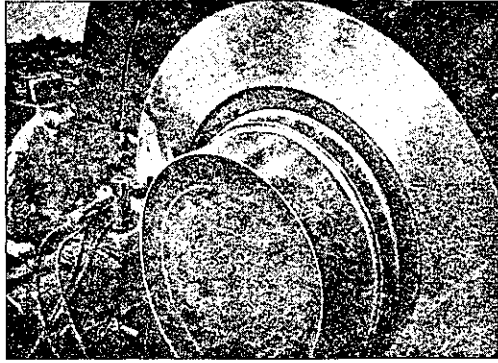
Kesiti büyük iş parçalarında, yüzey sertleştirmesi¹ sonunda ortaya çıkan iç gerilmeler, iç ve dış kısımda oldukça farklı olarak ortaya çıkar. Parçanın dışı daha çabuk sertleştirdiğinden, iç kısmında büzülmelere (Çekme) yol açar. Bu yüzden, gereç hatası, konstrüksiyondan gelen centik ve zayıf noktalar, çekme gerilmelerinin oluşmasına ve parçanın kırılmasına neden olabilir. Bu gibi sertlik kırılmalarına, örneğin, piston pimlerinin ve hareket kızaklarının yüzey sertleştirilmesinde sık sık karşılaşılır. İstatistikler, iyi yürütülen çalışma koşullarında %15 lik bir fireyi normal olarak gösterir. Alevde sertleştirmede ısıtma, sertleştirilecek olan gevresel yüzeye bağlı olarak değişir. Bunun için iç kısımda zararlı çekme gerilmeleri oluşmaz. Böylece, büyük kesitli parçaların alevde sertleştirilmesinde sertlik çatlaklıkları sakıncası ortadan kaldırılmış olur.

Kalıpta dövme işlemiyle yapılan mungeneler, önceleri fırınlarda sertleştiriliyordu. Fırınlarda parçaların tamamı ısındığından, soğutma sonunda tamamı sertleşiyor ve bu yüzden iç gerilmeler doğuyor; sıcaklık değişimleri veya kalıp içindeki aşırı zorlamalar, parçalarda sertlik çatlamlarına yol açıyordu. Halbuki alevde sertleştirilen milyonlarca mungenede 3-4 mm. ye kadar sertlik derinliği sağlandığı halde; hiçbir sertlik çatlaması ile karşılaşılmamıştır.

b) AŞINMAYA KARŞI EN İYİ KORUNMA

Büyük iş parçalarında, sementasyonla sertleştirme uygulanmadığından, bu gibi parçalarda, son yıllara kadar genellikle aşınmaya karşı herhangi bir korunma yapılamıyordu. Bugün her büyüklükteki parçaların

¹ Sementasyon, nitrürasyon ve endüksiyonla sertleştirmeler



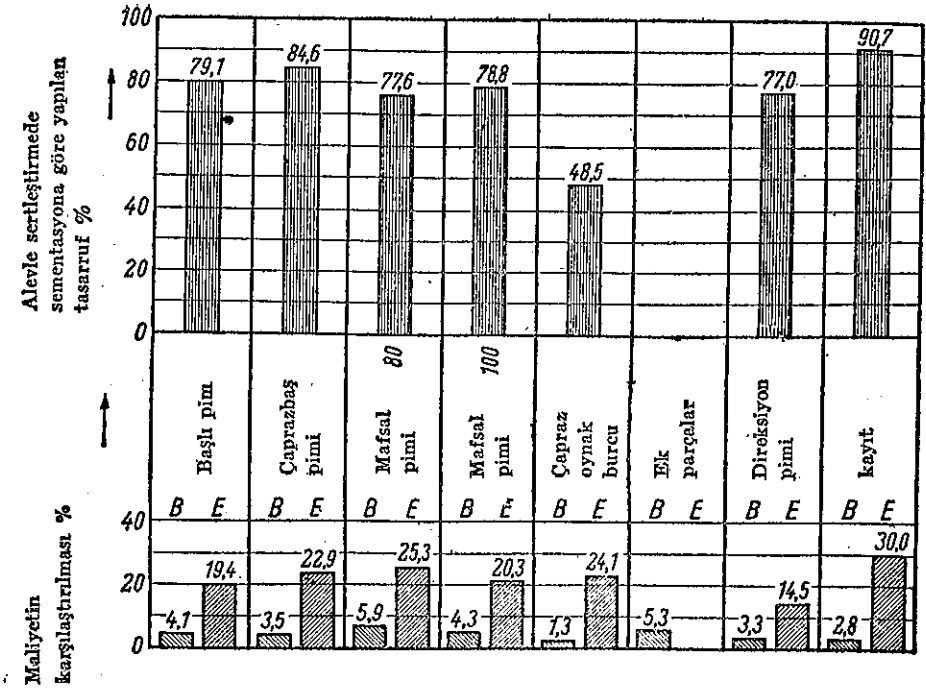
Şekil: 62 İlerleme hareketiyle bir muylunun alevde sertleştirilmesi.

yüzeyi alevde kusursuz olarak sertleştirilebilmektedir. Çünkü ısıtma bekleri, parçanın biçimine göre, yüzeye tam olarak uyabilmektedir. Örneğin, torna tezgahı kızakları bu yolla ekonomik olarak sertleştirilmektedir.

Şekil. 62 de, GS C45 çelik dökümden yapılmış bir muylunun, alevde sertleştirilişi gösteriliyor. Yatak basıncının çok yüksek olduğu durumlarda, muylu üzerine alışımlı çelikten bilezikler geçirilir. Bu gibi durumlarda bile; alevde sertleştirme, şemantasyondan daha ekonomik olarak uygulanır. (Şekil: 63).

Büyük taşıma pernoları, lokomotif firen ve güvenlik pimleri son yıllara kadar sertleştirilmeden kullanılıyordu. Alevde sertleştirme yöntemi kullanılarak, bu gibi parçalar daha ucuz gereçlerden, %90-85 daha ucuz ve ömürleri daha uzun olarak elde edilmektedir. Sertleştirilmiş perno ve pimlerin yüzeyleri daha az pürüzlü olduğundan, yatak zarflarının aşınması daha az olur. Ayrıca perno ve pimlerin yüzeyleri sürtünmeyle, yumuşak olanlardaki gibi hemen aşınarak bozulmaz. Aşınan pernolar, yatak vuruntularını oluşturduğundan, yataklarda vaktinden önce arızalar ortaya çıkarır. Sertleştirilmiş pernolarda yüzey basıncı sürekli olarak düzgün kalır. Bu yüzden yatak boşluğu uzun süre en küçük ölçüsünde kalır ve böylece toz, kül ve benzeri aşındırıcıların yatak boşluğuna girmesi önlenmiş olur. Bu nedenle, alevde sertleştirilmiş muylular, yumuşak yatak zarfları içinde bile, iki kat uzun bir ömür kazanır.

Dövme yataklarda, sertleştirilmiş muylular kullanıldığında, yatak sıcaklıkları oldukça düşük olmalıdır. Yataklarda uzun bir çalışma ömrü ancak bu koşullarda elde edilir.



Şekil: 63 Alevde sertleştirmede maliyet fiyatının, şemantasyonla sertleştirmeye göre farkı ve yeni fiyatlar.

c) DEĞİŞEBİLEN YATAK GEREÇLERİNİN KULLANILMASI

Sürtünmeli yataklarda iyi bir sonuç alınması için, birbirine sürtünen gereçlerin sertliklerinin çok farklı olması istenir. Bugün, plastik ve sintermetal yatak gereçleri, bronz ve beyaz metal yatak gereçlerinden daha çok kullanılır. Çünkü bu gereçler daha sert olduğundan, muylunun sertleştirilmesine gerek duyulmaz. Bununla beraber, muylu alevde sertleştirilerek, sertlik farkı, çok ucuz olarak artırılabilir. St 50 den yapılmış vinç muylularının, bronz burç içindeki 200 saatlik deneme çalışmasında, ancak, 0,1 mm lik bir aşınma saptanmıştır. Deney, bronz burç yerine sintermetal bir burç kullanılarak yinelenmiş; aşınmanın aynı çalışma süresi sonunda 0,17 mm ye çıktığı görülmüştür. Muylu St 60 gereçten yapılp yüzeyi havagazı ve oksijen karışımı kullanılarak alevde sertleştirilirse, sintermetal yatak zarfı içindeki aşınma, 0,02 mm ye kadar düşer. Böylece, yatağın ömrü beş kat artmış olur. Ayrıca burcun değiştirilmesi olanağı da bulunmuş olur.

Makaralı hareket organlarındaki yataklarda, yüzeyi alevde sertleştirilen muyluların C45 çeliğinden yapılmış ve sement edilmiş burçlar içindeki çalışmada; yatağın çalışma ömrü, bronz burç içinde, yumuşak muylu çalışan yataklara karşın beş, yedi ve hatta onüç kat arttırılabilir.

Hadde tezgahlarının hareket organlarındaki büyük sonsuz vida ve çarkları, son yıllarda alevde sertleştirilerek kullanılıyor. Yalnız, sertleştirme sırasında sonsuz vidalarda çekme olmamasına özen gösterilir. Yoksa bu vidaların taşlanması gerekebilir; taşlama işlemi ise, çok pahalıdır. Alevde sertleştirmede çekme olmadığından, diğer sertleştirme yöntemlerine tercih edilir.

d) ALAŞIMLI ÇELİKTE TASARRUF

Daha önceleri miller, çok pahalı olan ECN 45 çeliğinden yapıp sement edilirdi. Bugün daha ucuz olan Ck 56 çeliğinden yapıp alevde sertleştirilen miller, 9m/dak. 1ık çevresel hızlarda çalışırken, aynı güvenle kullanılabilir. Böylece alaşimli çelikten yapılan gereç tasarrufu oldukça önemli olur.

67. ÇALIŞMA SÜRESİNDEN TASARRUF

Çalışma süresini etkileyen dört ayrı nokta vardır.

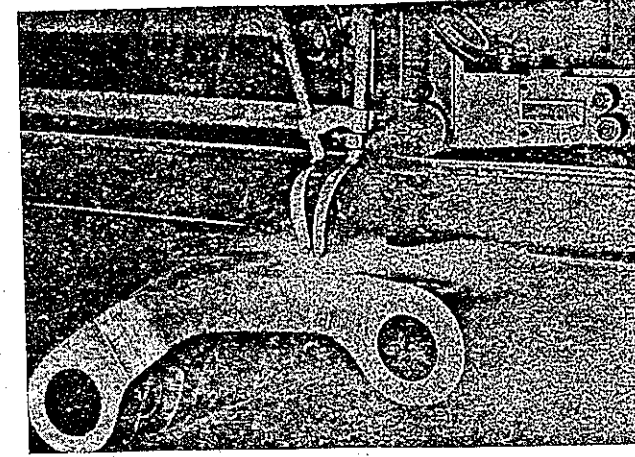
a) Parçaların yüzeyindeki sertlik derinliği çok az olduğundan, yüzeylerin ısıtılması çok çabuk olur. Buna karşılık, örneğin, zincir baklalarının sementasyonla sertleştirilmesinde sekiz işlem uygulanır:

1. Büyük çaplı delikler lehimle doldurulur.
2. Sementasyon kabı pasta ile doldurulur.
3. Baklalar 830 - 840°C sıcaklıktaki fırında 2,5 - 3 saat tutulur.
4. Bakla fırından dışarı çıkarılır
5. Sementasyon kabı uzaklaştırılır
6. Baklalara su verilir
7. Baklalar kum püskürtme makinasında temizlenir
8. Baklaların sertliği kontrol edilir.

Alevde sertleştirme yönteminde ise yalnız iki işlem gereklidir:

1. Baklaların sertleştirme makinasında değiştirilmesi
2. Sertliğin kontrol edilmesi

Alevde sertleştirme otomatlarında her 45-60 saniyede, bir bakla sertleştirildiğinden; çalışan işçi, aynı zaman içinde, sertleştirilen parçaların sertliklerini kontrol etme olanakını da bulur. Bu arada işçi, sürekli olarak, makina ve bek ayarının uygun olup olmadığını ve sertleştirme koşullarını kontrol edebilir. Alevde sertleştirme yönteminin seçilmesiyle 10 işçiden dokuzu tasarruf edilmiş olur.



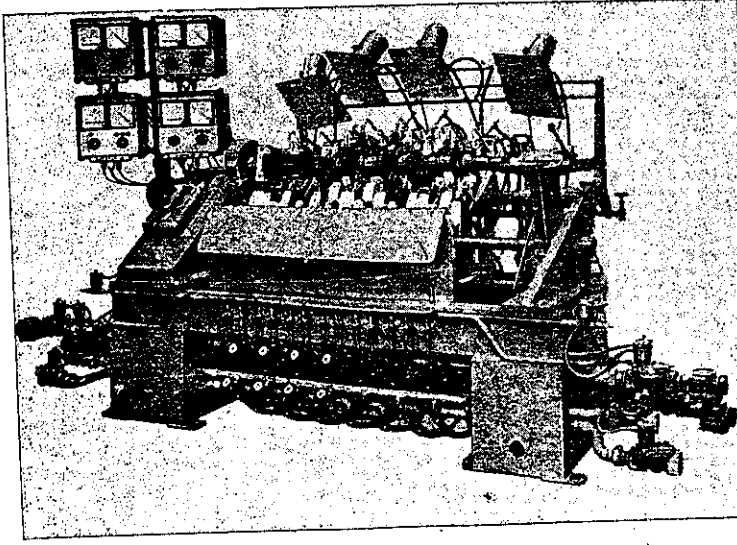
Şekil: 64 Hadde manivelasının alevde sertleştirilmesinde sementasyon işleminde tüketilen zamanın ancak %2 si kadar bir zaman yeterli olur.

Hadde manivelasından dördünü, bir fırına yerleştirerek sement edilmek için şu işlemlere gerek vardır:

1. Parçanın dövülmesi
2. Parçanın ön işleme karşı tutulması
3. Parçanın sement edilmesi (Tavlama süresi 78 saat)
4. Mekanik işlemeyi kolaylaştırmak amacıyla ara tavlama (Tavlama süresi 5 saat).
5. Sementasyon gerecinin temizlenmesi
6. Sertleştirme (Sertleştirme süresi 5 saat)
7. Meneviş (Süre 2 saat)
8. Parçayı ölçüsünde işleyerek bitirme
9. Taşlama

Alevde sertleştirmede ısı işlem süresi oldukça kısaltılmıştır. Sementasyon işlemindeki 2, 5 ve 8 numaralı işlemler, alevde sertleştirmede yalnız bir işleme (5 Numaralı işlem) indirilerek imalat süresinden %30 tasarruf edilmektedir.

Sertleştirme fırınından ekonomik olarak faydalanabilmek için, fırına hadde silindiri manivelasından en az 4 tanesinin aynı anda yerleştirilmesi gerekir. Sertleştirme işleminin yapılabilmesi için parçalardan 4 tanesinin önceden işlenerek bitirilmesi zorunludur. Bu yüzden, iş parçalarının seri imalatında, daha sonra işleme zorlukları çıkmaması için, sertleştirme atelyesinde oldukça büyük sayıda iş parçası toplanır. Çünkü mekanik işleme operasyonları birbiri ardından gelir.



Şekil: 65 Krank mili sertleştirme makinası. Krank milleri bir kere bağlandıktan sonra 2 veya 4 işlemde sertleştirilir.

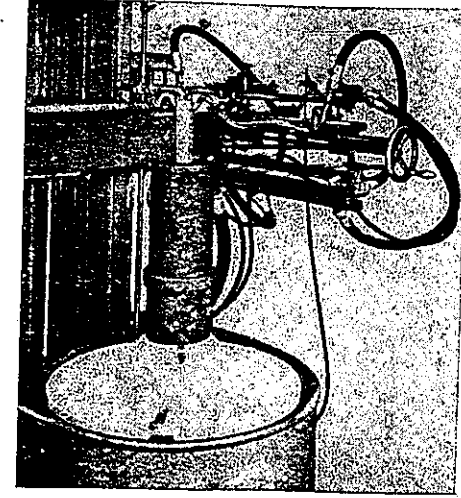
Alevde sertleştirmede, hadde manivelesi istenirse tek tek, istenirse seri olarak yapılabilir aynı ekonomiklik vardır. Yalnız hazırlama için tüketilen zamanda fark olur.

b) İŞLEMLERDEN TASARRUF

Alevde sertleştirmede sertlik tabakası, bekin biçimi ve ilerleme yolu ile sınırlandırılabilir. Parçanın yumuşak kalması gereken kısımlarını korumak, çok kere zorunlu olmaz. Bu nedenle yumuşak kalacak kısımların örtülmesine, dolayısıyla örtü tabakasının temizlenmesine gerek duyulmaz. İş parçası, yalnız taşlama payı bırakılarak işlendiğinden, talaş kaldıran işçilikten yaklaşık olarak %30 tasarruf edilir. Örneğin, Şekil: 78 deki krank mili sertleştirme makinesinde, dört silindirik motorun krank milindeki bütün yatak yerleri, 3-5 dakika içinde sertleştirilebilmektedir. Altı veya sekiz silindirik motorun krank mili için işçilik zamanı, 5-10 dakika kadardır. Böyle, yüksek bir güce, başka hiçbir sertleştirme yönteminde ulaşamaz.

c) SERİ ÜRETİMDE KULLANILAN DÜZENEKLER

Seri üretim için, tek amaçlı sertleştirme makinaları yapılmıştır. Bu makinalarda üretim bantları kullanıldığından, iş parçalarının taşınması için tüketilen zamandan tasarruf edilmiş olur. Şekil 65 de krank mili, Şekil 24 de civata, perno v.b. küçük makina parçaları, Şekil 84 de ise, dişli çarkları seri olarak sertleştiren tek amaçlı sertleştirme makinaları gös-



Şekil: 66 Mantar şeklindeki bek ile, bir bulaşık yıkama makinası pompa silindiri iç yüzeyinin sertleştirilmesi.

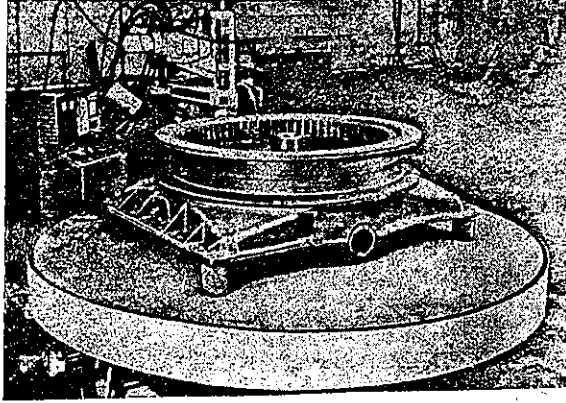
terilmiştir. Bu şekilde yapılan alevde sertleştirme işlemlerinde, atelye içinde parça dolaşımı azaldığından; üretimin genel durumunu izlemek çok kolaylaşır.

d) DAHA SONRA UYGULANAN İŞLEMLERİ AZALTMAK

İş parçalarının aşınmaya karşı olan yüzeyleri, alevde sertleştirme ile çok kısa bir süre içinde sertleştirildiğinden, bu yüzeylerdeki çekme miktarı en az ölçüde olur. Örneğin, sementasyonla sertleştirilen kam millerinin %67 sini setleştirme işleminden sonra, mutlaka düzeltmek gerektiği halde; aynı iş parçaları alevde sertleştirdiğinde, sertleştirme sonunda bu gibi doğrultma işlemlerine gerek kalmamaktadır.

İç yüzeylerin sertleştirilmesinde, örneğin, silindirik burçlarda (Şekil: 66), sementasyon sonunda ortaya çıkan çekme miktarı, bazen o kadar aşırı derecede olur ki; taşlama sırasında sertleştirilen tabakanın bazı yerlerde tamamen işlenerek kaldırılması sakıncası ortaya çıkabilir. Buna karşılık, alevde sertleştirilen silindirik burçlardaki çekme miktarı, 600 mm lik bir uzunlukta en çok, 0,1 mm kadardır.

Birçok durumlarda, çekme çok az olduğundan; bu gibi silindirik burçlar taşlanmadan yerlerine takılabilir. Eskiden, bilinen usullerle sertleştirilen büyük çaplı hareket bileziklerini tamamlamak için, saatlerce taşlamak gerekirdi. Buna karşılık bugün, alevde sertleştirilen bu gibi parçalarda, 0,1-0,2 mm lik bir çekme miktarının taşlanarak düzeltilmesi söz konusu olur. Böylece taşlama işçiliğinden %90-95 tasarruf sağlanır (Şekil: 67).



Şekil: 67 İş parçası dönerken, bek, iş eksenini doğrultusunda ilerleme hareketi yapmak suretiyle sertleştirme yapan bir makinada, bilyalı yatak ve 3000 mm ye kadar çaplı savk dişlilerinin sertleştirilmesi.

Perno, mil, dingil muylusu v.b. silindirik iş parçalarında, çekme çok az olduğundan, taşlama payı normalin çok altında tutulur. Bu olanak işçilikten tasarruf sağladığı gibi, üretimin hızını da artırır.

Sertleştirme işleminden sonra taşlama gerekmiyen işlerde, örneğin, tarak pernosunda, montaj toleransları oldukça küçük seçilir. Bu koşullarda aşındırıcı cisimler araya giremediği için, sürtünen sert yüzeylerin aşınması da az olur.

68. ENERJİDEN TASARRUF

Sementasyonla sertleştirmede, parçaların dışında ve içinde dokularının aynı olması için, ısı işlemlerinin birkaç kez yinelenmesi gerekir. Bu ısı işlemlerinin parçanın bütün kesitinde etkili olması zorunludur. Kesiti ince olan parçaların aşırı derecede ısınarak bozulmaması için, fırında yapılacak ısı işleminin, oldukça düşük bir hızla yapılması gerekir. Bu da, tavlama için tüketilen ısı miktarının çok yüksek olmasını gerektirir. Parçalardaki sertlik tabakası ince olduğu zaman, ısı işlemlerinin uygulanmasında zorluklarla karşılaşılması için, alevde sertleştirme seçilir. Böylece enerjiden tasarruf etme olanağı da bulunmuş olur. Örneğin, Şekil: 64 de gösterilen hadde manivelasının sementasyonunda, her bir parça için, 465 KW - Saatlik bir enerjiye gerek duyulduğu halde; aynı parçanın alevde sertleştirilmesinde 1.26 m³ havagazı tüketilir.

Şekil: 8 deki manivelanın sertleştirilmesinde gerekli olan yakacak miktarı, parça başına, sementasyon için 1,76 m³ olmasına karşın; alevde sertleştirme için 0,01 m³ yeterli olmaktadır.

69. İŞLETME GÜVENLİĞİNİ ARTTIRMAK

Alevde sertleştirme işlemi, parçaların aşınmaya karşı dayanıklılığını arttırdığı gibi; işletme güvenliği çok yüksek olan konstrüksiyonların gerçekleştirilmesine de olanak sağlar. Alevde sertleştirilmiş parçalar üzerinde yapılan deneylerde, parçaların, darbe, eğilme ve sürekli değişen yüklere karşı oldukça iyi özellikler kazandıkları saptanmıştır.

a) DARBE VE EĞİLME DAYANIMI

Sağlıklı gereçlerden üretilen parçalarda, darbe veya çarpma zorlamaları, sertleştirilmiş olan kabuğun, yumuşak kalan iç kısımdan ayrılmasına neden olmaz.

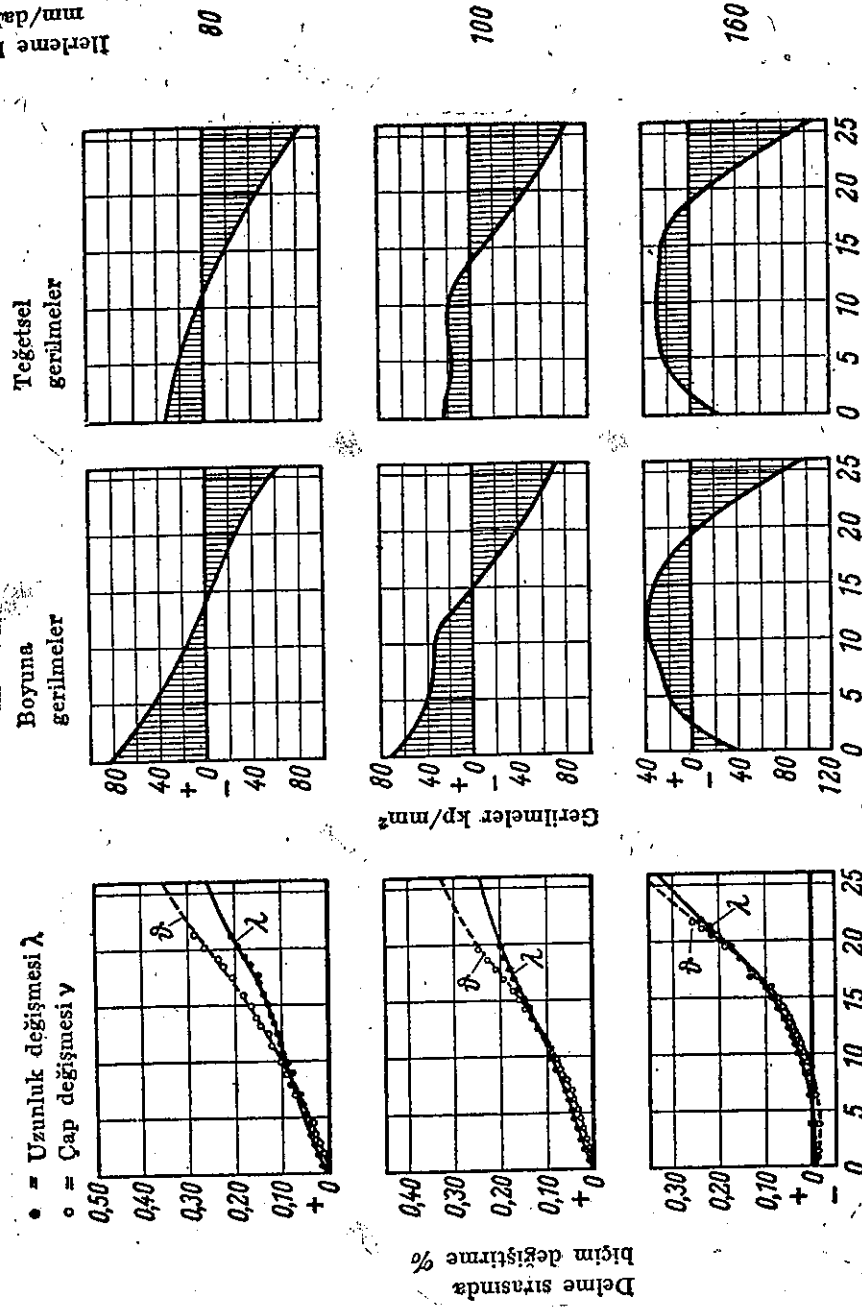
Alevde sertleştirilmiş pernolar, darbelere karşı çok dayanıklıdır. Bu pernoların iç kısmı yumuşak kaldığından, zorlamalar sırasında kırılmaz. Örneğin, C60 karbonlu çelikten yapılmış 16 mm. çapındaki bir perno, 175 mKg. lik momentler altında bile kırılmadan çalışır.

Alevde sertleştirilen parçaların çentik dayanımı, oldukça yüksektir. Parçaların içi yumuşak kaldığından, eğilme yüklemelerine karşı da dayanıklıdır. 20° lik bir eğilme açısında bile, dekovil (dar hat) raylarında herhangi bir çatlama ortaya çıkmaz.

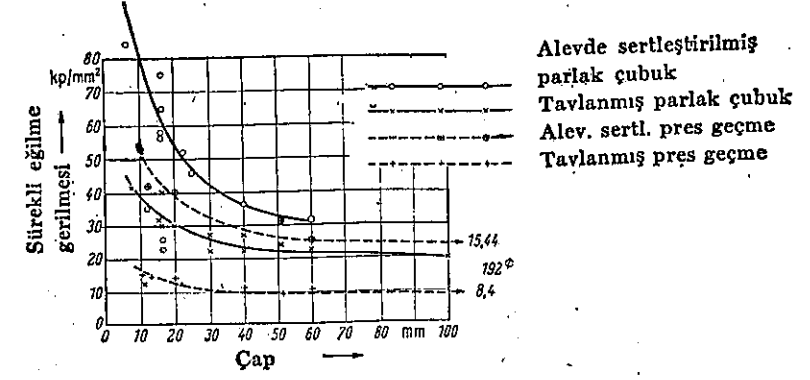
b) SÜREKLİ DEĞİŞEN YÜKLEMELERE KARŞI DAYANIKLIK

THUM (Darmstadt Teknik Üniversitesi Araştırma Enstitüsü) tarafından yapılan araştırmalarda, alevde sertleştirilmiş ve üzerine çentik veya oluk açılmış veya delinmiş çubuklar uygulanan sürekli eğme deneylerinde, dayanım bakımından oldukça olumlu sonuçlar alınmıştır. Bazı durumlarda, dayanıklılığın üç kat arttığı saptanmıştır. Uygulanan deneylerde kullanılan araçların ıskelliği ve tüketilen zamanın azlığı, ekonomikliği de arttırmaktadır.

Sürekli yüklemelere karşı, dökme demir parçalarda dayanıklılığı arttırmak için alevde sertleştirme kullanılmaktadır. Dökme demirdeki grafitin, çentik dayanımına etkisi olumlu yönde olmaktadır. Bu yüzden, özellikle işleme güçlüğü bulunan parçalar, örneğin, krank milleri bu yolla yapılabilir. Üzerlerinde çentik, kanal, delik ve keskin kesit değişmesi bulunan makine parçaları, sürekli kırılma tehlikesine karşı, alevde sertleştirilir. Böylece parçaların dayanıklılığı önemli derecede artırılmış olur.

İlerleme hızı
mm/dak

Şekil: 68 CK 45 gereçinden yapılmış ve alevde sertleştirilmiş olan deney parçalarının kesitlerinde oluşan iç gerilmeler. (İlerleme hızı BÜHLER'e göre verilmiştir).



Şekil: 69 Parlak işlenmiş ve preste geçirilmiş çubukların sürekli dayanımlarına göre ölçüleri.

Sürekli eğilmelerde, presli geçirilmiş parçalarda en tehlikeli kesit, bağlama yerlerindedir. Bu gibi durumlarda, millerin dayanıklılığı, normal dayanımının %50 sine kadar düşebilir. Yorulma nedeniyle ortaya çıkan kırılmalara, en çok teker göbeklerinde rastlanır. Bu nedenle, sürekli yüklemelere karşı, dayanıklılığı arttırmak için, konstrüksiyon sırasında, ya mil kesitinin artırılması; ya da teker göbeğinin uygun ölçüde yapılması gerekir. Ancak, bu öneriler, yeni yapılan konstrüksiyonlarda uygulanabilir.

Yükleme gücü arttırılan demiryolu vagonlarında, dingillere gelen yük oldukça yüksektir. Demiryolu vagonlarında, normal ölçülerde yapılan dingillerin sürekli dayanımları alevde sertleştirilerek %83 oranında arttırılabilmektedir. İğnştir ki; tavlanan parçaların sürekli dayanımları artmıyıp düşer.

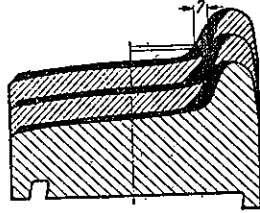
Alevde sertleştirilen küçük parçalarda sürekli dayanımın artış oranı daha yüksektir. Parlak işlenmiş bir mildeki sürekli dayanım 24 Kg./mm² olduğunda; preste geçme yapıldığı zaman, bu dayanım 9,1 Kg./mm² ye kadar düşmektedir. Geçme yeri alevde sertleştirildiğinde sürekli dayanım 31,6 Kg./mm² ye çıkmaktadır. Alevde sertleştirmeden sonra, tavlanmış haldeki milin dayanımı, 3,5 katına, normal haldeki milin dayanımı ise, %30 arttırılabilmektedir.

Şekil: 69 daki grafik, yapılan denemeler sonunda elde edilmiştir. Grafik incelendiğinde, çalışma güvenliğini arttırmak için kullanılacak en iyi yöntemin, ekonomikliği yüzünden alevde sertleştirme olduğu anlaşılar.

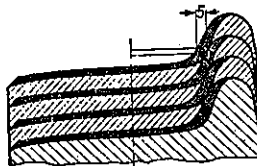
70. ÖN ISITMA İLE SERTLİK DERİNLİĞİNİN ARTTIRILMASI

Çizgisel ilerlemeli sertleştirmelerde, aşımnlı çelikler kullanılsa bile; bilinen bek-duş konstrüksiyonları ile, istenen sertlik derinlikleri elde edilemez. Bek ile düş arasındaki uzaklık 15-20 cm arasında olduğu zaman, austerit dokunun oluşumu için, çok kısa bir zaman sağlanmış olur. Fakat bek ile düş arasındaki uzaklığı sınırlı tutmak zorunluğu vardır. Ancak bu şekilde soğutma noktası AC_1 noktasını aşmadığından; sertleştirme derecesi fazla yükseltilmemiş ve dolayısıyla kaba doku oluşumu ile sertlik çatlamaları önlenmiş olur. Parçalar sertleştirilmeden önce fırında, $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye kadar ısıtıldıktan sonra alevde sertleştirilirse; sertlik derinliği istenilen değerde olabilir. Ön ısıtma, bir veya daha çok ön ısıtma beki kullanılarak da yapılabilir. Bunun için, ön ısıtma beki, sertleştirme bekinin önünde ilerletilir.

Yuvarlanma yüzeyi yumuşak

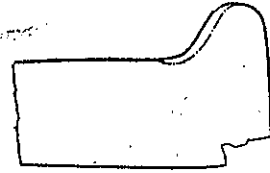


Eğrisel yüzeylerde çabuk aşınma olur

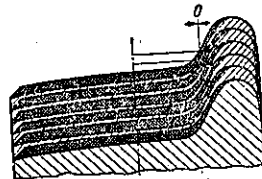


Aşınma normaldir

Yuvarlanma yüzeyi sert



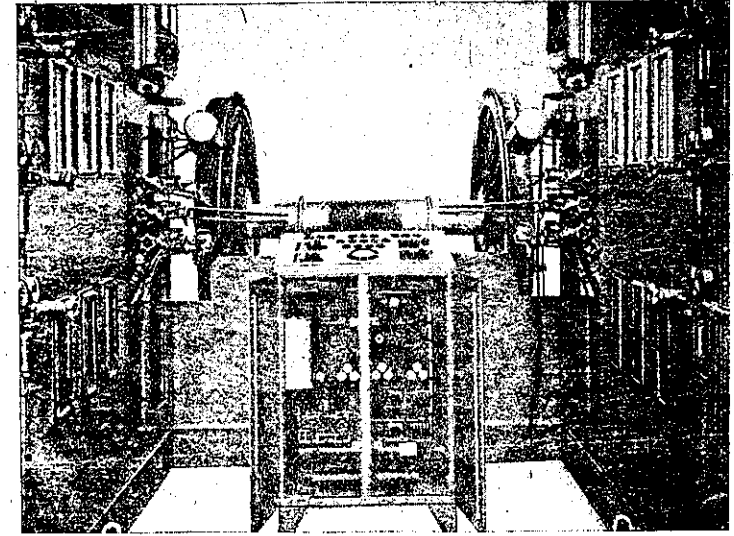
Yuvarlanma yüzeyi alevde sertleştirilmiş: $V = 300\text{ mm/dak.}$
HRC 55+2



Aşınma çok azdır. Gereğten en iyi şekilde faydalanılmıştır

■ Aşınma ▨ Talash işleme ▩ demir

Şekil: 70 Bandajların yüzeyleri sertleştirilerek kullanma ömürleri arttırılır.



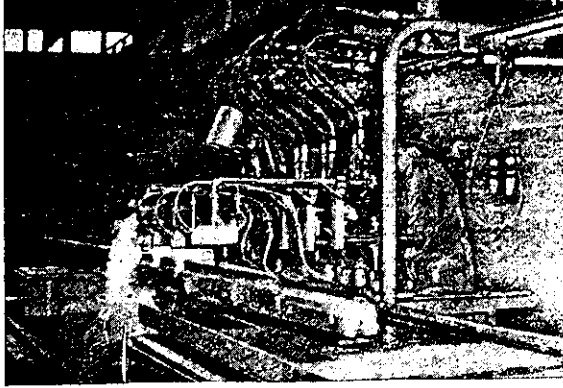
Şekil: 71 Heriki bandaj profilinin aynı anda sertleştirilmesine olanak veren bir sertleştirme makinası

Böylece ısı, parçanın içine daha çok girdiğinden; sertlik derinliği de arttırılmış olur. GS 48 CrMo4 gereçte, ön ısıtma süresinin sertlik derinliğine olan etkisi, şekil: 52 de gösterilmiştir.

Makaraların çevreden çizgisel olarak sertleştirilmesinde kullanılan ön ısıtma bekleri, kısım 17 de tanıtılmıştır.

Ray üzerinde çalışan araçların tekerlek takımları, süresi dolmadan önce değiştirilmelidir. Çünkü ray üzerinde çalışan tekerlerin yan yüzeylerindeki aşınma miktarı, taban yüzeyindeki aşınmadan 2-3 kat daha çoktur. Gerekli olan profilin oluşturulması için, talash işçilikle hayli gereç kaldırıldığından, bandajların ömrü oldukça kısadır.

Bandaj yan yüzeylerinin sertleştirilmesinde, tavlama bekleri kullanılsa; sertlik derinliği yetersiz olacağından, gereç yığılmaları ortaya çıkabilir. Yüzeydeki sertlik derinliği 4mm yi bulunca, aşınma, bandajın tabanında ve yan yüzeyinde eşit oranda olur. Böylece tekerlerin kullanma ömürleri iki katına çıkarılmış ve şimdiye kadar yapılması zorunlu olan ara kontrollara gerek kalmamış olur. Lokomotiflerin teker bandajlarını kontrol ederek, elden geçirmek için, çok kere, kısa zaman aralıklarına gereksinme duyulur. Böylece lokomotifin hareket gücü arttırılmış ve bandaj



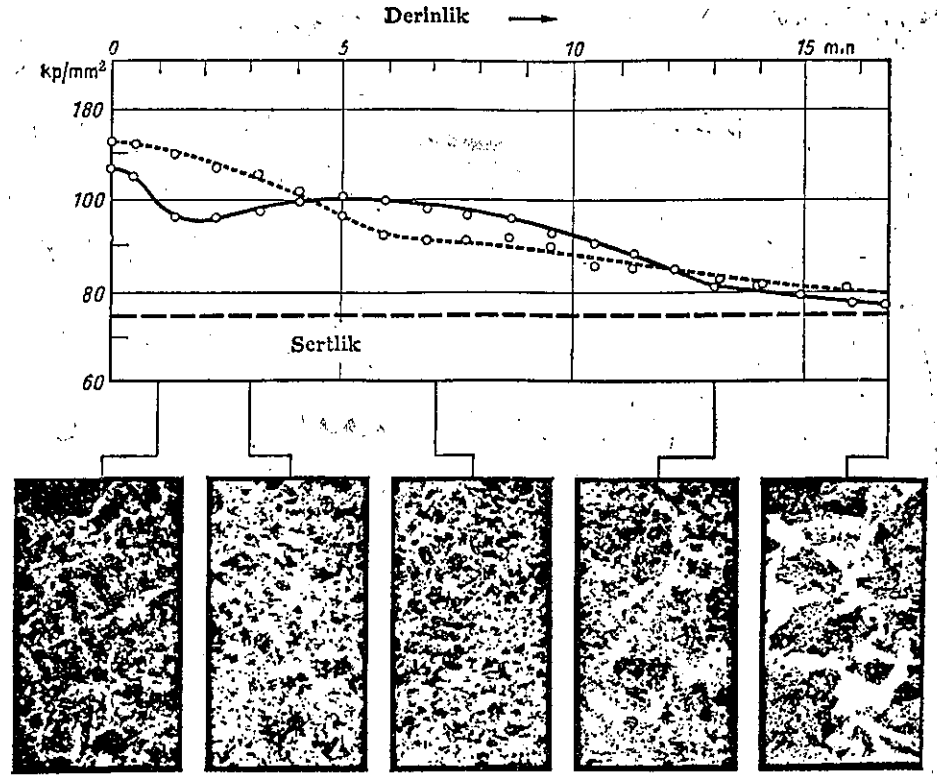
Şekil: 72 Makas göbekleri kaynaklı konstrüksiyonla yapıldığında, alevde sertleştirilir.

grecinden yaklaşık olarak %50 oranında tasarruf sağlanmış olur. Şekil: 71 de lokomotif teker bandajlarının sertleştirilmesi gösterilmiştir.

Makas imalatında makas göbeği, çıkıntılı raylar ve kerpeten gibi takımların alevde sertleştirilmesinde ön tavlama işleminden çok yararlanır. Profilli kızaklar ile diller, soğuk olarak ele alınıp sertleştirilir. 15 mm lik sertlik derinliği için, sertleştirme bekinin önünde ilerleyen iki tavlama beki kullanılır. Makas göbekleri kaynaklı konstrüksiyon olarak yapıldıkları zaman; parçada oluşan kaynak gerilimlerini gidermek için, sıcaklığı 600 C° olan bir fırında ısıtılması zorunlu olur. Kaynak edilmiş makas göbeği bu sıcaklıkta sertleştirme makinasına gelirse; istenilen sertlik derinliğine ulaşmak için, bir ön tavlama beki yeterli olur (Şekil: 72).

% 0,3-0, 7C içeren ve ray imalatında kullanılan gereçler, alevde sertleştirmede suda soğutulursa, en az, 60 RC lik bir sertlik elde edilebilir. Bu derecede yüksek sertlik, pratikte sertlik çatlamalarına neden olabilir. Pülanmalar ortaya çıkabilir. Bu nedenle, demiryollarında 40 ± 3 RC lik sertliği garanti eden tavlamaları önerirler. Bu sertlik derecesini elde etmek amacıyla, soğutucu olarak, emülsiyonlar kullanılır ve soğutma iki kademede yapılır. Kısa ve etkili bir soğutma işleminden sonra, meneviş işlemi uygulanıp parçalar soğutulur. (Şekil: 73 - 75).

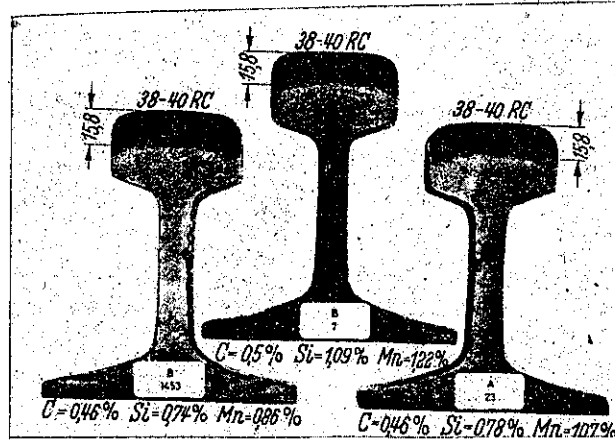
Yüzey sertliği yüksek, buna karşılık sertlik derinliği düşük olan rayların yerine, tavllanmış yumuşak gereçler yurt içi ve yurt dışındaki demiryollarında güvenle kullanılmıştır,



Şekil: 73 Rayların üst yüzeylerinde oluşan dokusal yapı ve dayanım özellikleri

Çapları 300 mm. ye kadar olan soğuk hadde silindirleri, Şekil: 76 da gösterildiği gibi döner hareketle sertleştirilir. Yalnız, sertlik derinliğinin, çapın %5 ini bulacak kadar yüksek olması gereken durumlarda, parçaların, önceden bir fırında tavlama zorunluğu vardır.

Büyük çaplı soğuk hadde silindirlerinin alevde sertleştirilmesinde, iş parçası dönerken sertleştirme ve ön ısıtma bekleri, işin eksenini doğrultusunda hareket eder. İki bek arasındaki uzaklık, 500-600 mm. arasında olur. Bu sırada tav derecesi 1000 C° nin üzerine çıkabilir. Yalnız, bu sıcaklık derecesinde sertleştirilmiş olan yüzeyde, herhangi bir bozulma olmamalıdır. 500 - 600 mm genişliğindeki bir tavlama bölgesinde kusursuz bir sertleştirmenin elde edilebilmesi için, bekler arasındaki uzaklığın en uygun değerde seçilmesi gerekir. (Şekil: 77).



Şekil: 74 Alevde sertleştirilmiş demiryolu raylarında sertlik derinlikleri.

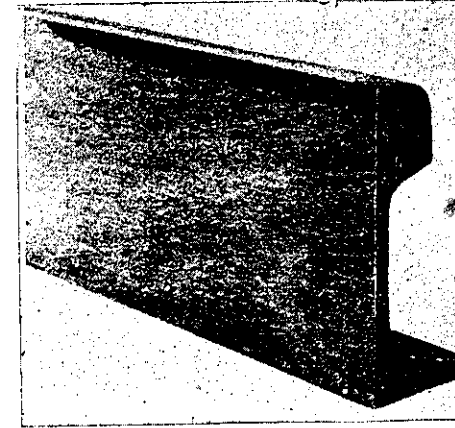
Soğuk hadde, silindirlerinde sertlik derecesi 100 Shore'nin üstünde olunca, yüksek dayanıklılık arandığından; soğutma işleminin büyük bir özenle yapılması zorunlu olur. Soğuk hadde silindirlerinin büyük sayılarda (6000 den çok) alevde sertleştirilmesi, teknik ve ekonomik bakımlardan çok elverişlidir.

71. ALEVDE SERTLEŞTİRMEDE PARÇA SAYISININ ETKİSİ

Sertleştirme makinaları ve uygulanan işlemler, motor üretiminden alınan birkaç örnekle tanıtılmaya çalışılacaktır. Sertleştirilecek parçaların sayısı, seri üretim bantlarının kullanılmasını gerektirecek kadar çok ise; işleme bandı, tek amaçlı makinaların sıralanmasından oluşur.

Krank millerini sertleştirmek için özel makinalar geliştirilmiştir. Bu makinalardaki bekler, dönme hareketi yapan krank millerinin muylularını izleyecek şekildedir. Bu sayede, krank milinin birçok ana ve biyel muylusu (yatak yeri) bir işlemde sertleştirilebilir. Genellikle iki biyel ve üç ana muylusu bulunan, iki silindirli motorlara ait krank mili, bir işlemde sertleştirilir. Dört silindirli motorların krank milleri genellikle daha yüksek duyarlılığı gerektirdiğinden; sertleştirilmesi iki işlemde tamamlanır.

Patentli miknatışlı ventillerin kullanıldığı makinalarda, sertleştirme işlemi, iş parçasını bağlamaya gerek kalmadan yapılır. Şekil: 65 deki sertleştirme makinalarında, işlem sıraları, özel bir dişli kutusundan alınan hareketlerle otomatik olarak sağlanır. Bu sırada işçi yalnız milleri değiştirir.



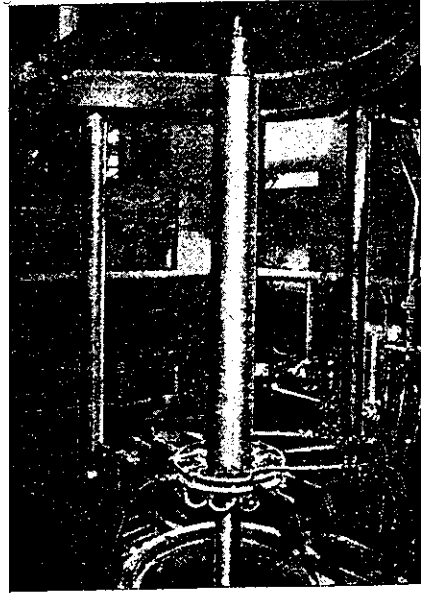
Şekil: 75 Alevde sertleştirilmiş rayın boyuna kesiti



Şekil: 76 Soğuk hadde silindirlerinin döner hareket vererek alevde sertleştirilmesi

Millerin ısıtma, soğutma ve değiştirme işlemleri, birbirini izleyen üç işlemde tamamlanır. Üzerinde yedi muylu (yatak yeri) bulunan küçük krank millerinin sertleştirildiği özel otomatlarda soğutma, ısıtma ve değiştirme işlemleri ayrı ayrı istasyonlarda yapılır (Şekil: 78). İlk yapılan otomatlarda, krank millerinin muylu sayısına bağlı olarak, saatte 4-20 kadar krank mili sertleştirilebiliyordu. Dört milli otomatlarda parça sayısı, saatte 50 parçaya kadar çıkabilir. Sayıları az veya ölçüleri farklı olan krank millerinde ana yatak muylusu ile biyel yatağı muylusunun sertleştirilmesi birbirinden ayrı olarak yapılır. Birinci işlemde, bütün ana yatak muyluları (birinci makinada) ikinci işlemde, (ikinci makinada) aynı düzlemdeki biyel yatağı muyluları sertleştirilir. Ayarlama işleminden kurtulmak için, her yatak düzlemi için ayrı bir makina kullanılması gerekir. Sertleştirme makinalarının hepsinde krank milleri yatay olarak bağlanır.

Tamir işlerinde ve tekli üretimlerde çoklu makinalar ekonomik olmaz. Bu gibi durumlarda düşey konumda sertleştirme yapan makinalar tercih edilir. Bu makinalarda sertleştirilen muyluların eksenleri, makinanın orta eksenine kolayca ayarlanabildiğinden, salgıyı almak için uğraşmaya gerek kalmaz. Bir biyel yatağı muylusunun eksenine göre ayarlanmış olan makina, kullanılan özel bir bölme aparatındaki sıkma aynası yardımıyla ikin-



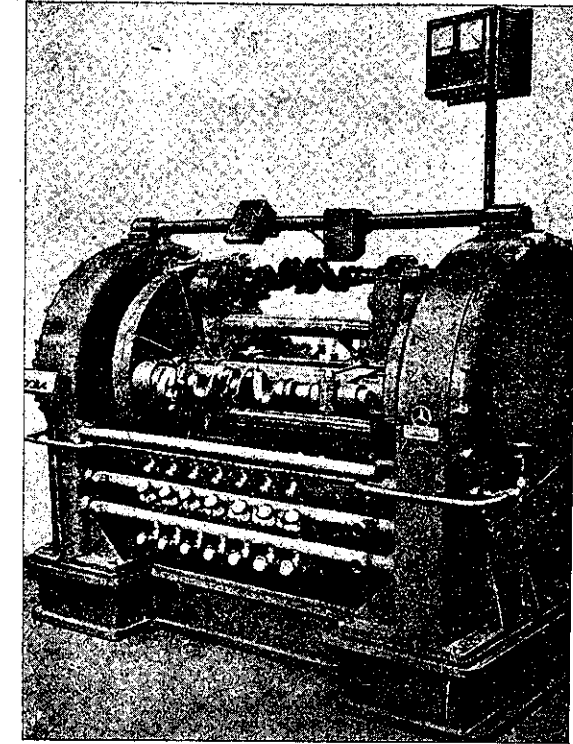
Şekil: 77 Soğuk hadde silindirlerinin dönme ve ilerleme hareketiyle alevde sertleştirilmesi.

ci bir biyel yatağı muylusunun eksenine çabucak ayarlanabilir. (Şekil 79). Isıtma beklerinin istenilen yüksekliğe getirilmesi, makina tarafından otomatik olarak sağlanır.

Kam millerinin sertleştirilmesinde, küçük üretimler için (örneğin 50 parça) Şekil: 18 de gösterilmiş olan mil sertleştirme makinaları kullanılır. Bu makinalar istenirse otomatik hareket sağlayan dişli kutusu ile donatılabilir. Bu makinalarda ayrıca soğutma sıvısı emülsiyon veya yağ için bir depo, ısınan sıvıyı soğutmaya yarayan bir soğutucu ile bir sirkülasyon pompası bulunur.

Üretilen parça sayısı yüksek olunca, dört milli sertleştirme otomatları kullanılır. Bu otomatların küçük kam millerindeki saatlik üretimi, iki bağlama istasyonu kullanıldığı için 200'e kadar çıkabilir (Şekil: 80).

Sayıları az olan küçük pim, manivela ayar cıvatası v.b. küçük parçalar için kullanılan bir sertleştirme otomatı da şekil: 24 de gösterilmiştir. Tanıtılan bütün sertleştirme makinaları, imalat sırasına göre sıralanırsa taşıma giderlerinden ekonomi sağlanabilir.



Şekil: 78 Dört silindirli bir motorun krank milinin üzerinde bulunan yedi muylunun (yatak yeri) aynı anda sertleştirilmesine olanak veren krank mili sertleştirme otomatı.

72. DIŞLI ÇARKLARIN SERTLEŞTİRİLMESİ

Dişli çarklar, diş yan yüzeylerinde aşınma, diş tabanında ise eğilme ve çarpma zorlamalarına karşıdır. Dişli çarklardaki aşınma iki şekilde ortaya çıkar. Birincisi öğuntu (toz), ikincisi ise, pullanma şeklindedir. Diş yan yüzeylerinin (diş böğürü) öğuntu şeklindeki aşınmaya karşı dayanıklılığı Brinell sertliğinin karesi ile doğru orantılı olarak artar (Şekil: 2). Dişli çarklarda normal böğür yükü, diğer bir deyimle dişe gelen kuvvet, kavrama açısı $\alpha = 20^\circ$ olan dişlilerde şöyle bulunur:

Pozitif değerler dış, negatif değerler iç dişli çarklar içindir.

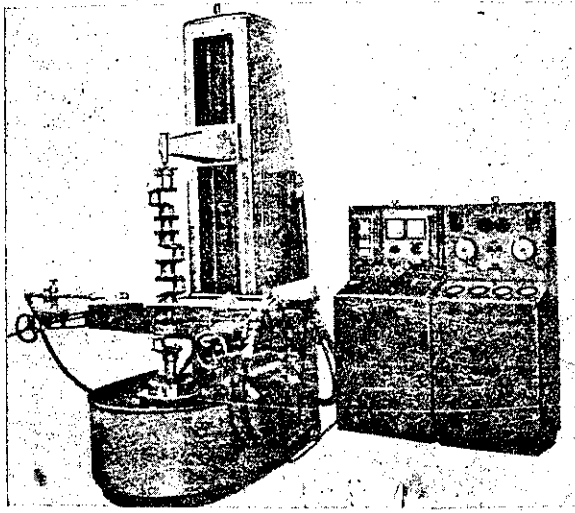
$$P = 4,7 \cdot \tau_{cm}^2 \cdot b \cdot d_1 \cdot \frac{1}{1 \mp 1} \cdot 10^{-6} \text{ Kg.}$$

$$\tau_{cm} = \text{Güvenli Kayma gerilimi Kg/cm}^2$$

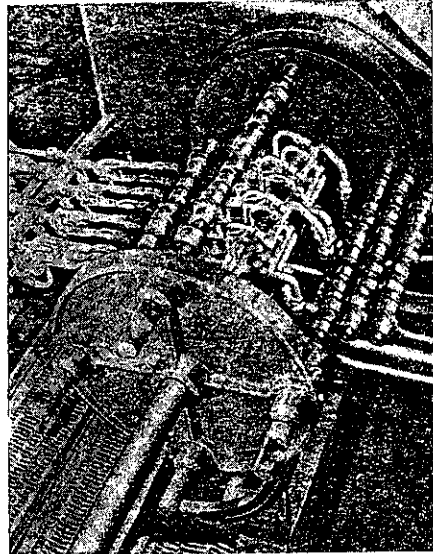
$$b = \text{Diş genişliği . . . cm}$$

d_1 = Yuvarlanma dairesi çapı cm.

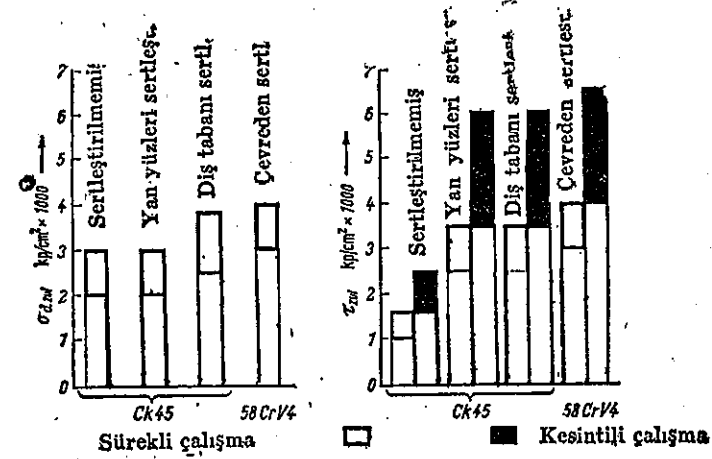
i = Büyük dişlinin diş sayısının, küçük dişlinin diş sayısına oranı



Şekil: 79 Krank millerindeki muyluların tek tek sertleştirilmesinde kullanılan düşey sertleştirme makinası.



Şekil: 80 Kam millerinin sertleştirilmesinde kullanılan bir sertleştirme otomati. Yükleme, ısıtma ve soğutma işlemi ayrı istasyonlarda, aynı anda yapılır. Sertleştirilmiş olan kam mili, bir bant aracıyla otomatik olarak işlem yerinden uzaklaştırılır.



Şekil: 81 WISSMANN'a göre dişli çarklarda emniyet gerilmeleri Solda eğilme ve çarpma, sağda ise kayma gerilmeleri gösterilmiştir.

τ_{dul} = Güvenli basma gerilimi

Dişli çarklarda, pul pul şeklindeki aşınma, kayma gerilmesinin en büyük değeri, sertleştirilmiş olan bölgeye gelecek şekilde ayarlanarak önlenir. (Bölüm I - c ye bakınız).

Eğilme ve çarpmalara karşı P yükü, şekil: 82 ye göre hesaplanır. Bu formüldeki $\sigma = \sigma_{dem}$ olup, şekil: 81 den alınır. Diş sayısı az olan küçük dişli çarklarda etkili olmak koşulu ile, dişlilerin düzeltilmesi ve diş tabanının da sertleştirilmesiyle dişe gelen P kuvvetini yükseltme olanağı vardır.

$\sigma_{em} = 1500 - 3000 \text{ Kg/cm}^2$ Güvenlik gerilimi

σ = Diş tabanındaki en büyük gerilim

c = Diş form katsayısı (Çizelgeye bak.)

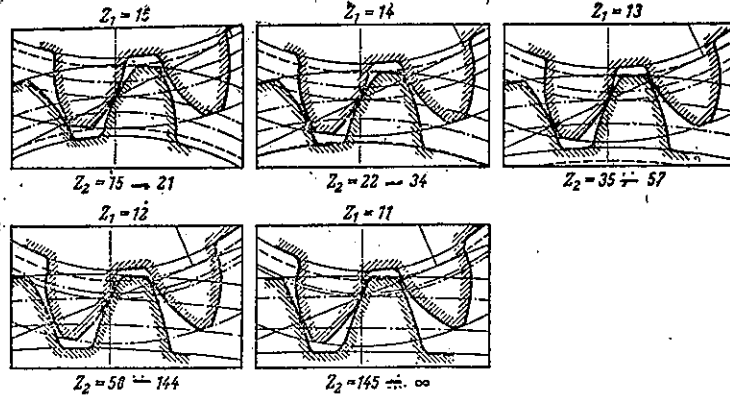
b = Diş genişliği

m = Modül çakısı

Kg/cm^2

cm

cm



Şekil: 82 Dişlerin düzeltilmesi, diş bögürüne gelen gerilimi değiştirir. Kritik diş sayısından daha küçük dişli kullanılmadığı zaman bu gerilimin kontrolu gerekmez.

$$\text{Dişe gelen yük: } P = c \cdot \sigma \cdot b \cdot m = \frac{M_d}{0,47 \cdot m \cdot z} \quad \text{Kg.}$$

$M_d = \text{Döndürme momenti}$ Kgcm
 $0,47m \cdot z = \text{Temel dairesi çapı}$ cm

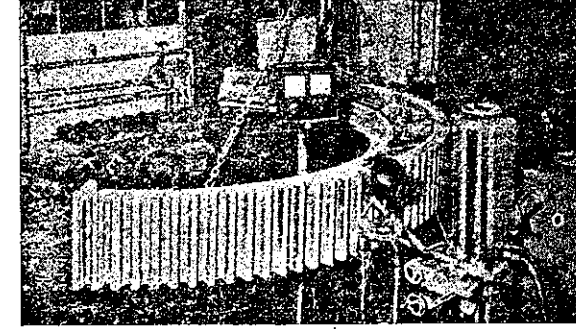
z	11	13	15	17	19	22	30	50	∞
c	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47

Her iki diş yan yüzeyinin sertleştirilmesi büyük dişlilerde (6 modül ve daha büyük dişliler) uygulanır. Sertleştirme sonunda ortaya çıkan çekme çok az olduğundan, taşlama işçiliğine genellikle gerek duyulmaz. Bu yüzden, çok büyük dişli çarklar da, bu yöntemle kolayca sertleştirilir. (Şekil: 83).

Sayısı az olan dişli çarklar, millerin sertleştirilmesinde olduğu gibi; döner hareketli ve ilerlemeli düşey sertleştirme makinelerinde de sertleştirilebilir. (Şekil: 83). Sayısı çok olan dişli çarkların sertleştirilmesinde, sertleştirme işlemlerinin sırası otomatik olarak düzenlenen makineler kullanılır.

Sertleştirme işlemi şu sıraya göre tekrarlanır:

- 1 — İlerleme hareketi ile dişin yan yüzü sertleştirilir,
- 2 — Dişin sonuna doğru ilerleme hızı artırılır,



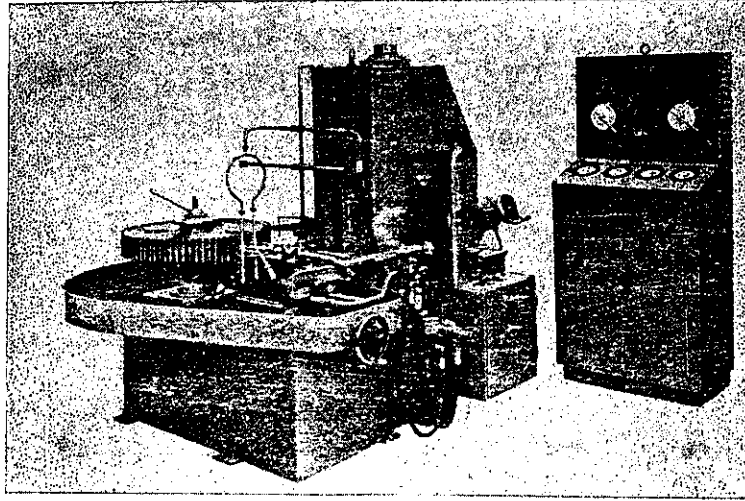
Şekil: 83 Parçalı bir dişli çemberin dişlerinin yan yüzeyleri aynı anda sertleştiriliyor. $z=235$, $m=34$, $D_a=800\text{mm}$, $b=300\text{mm}$.

- 3 — Soğutulur,
- 4 — Bek, dişliçarktan uzaklaştırılır.

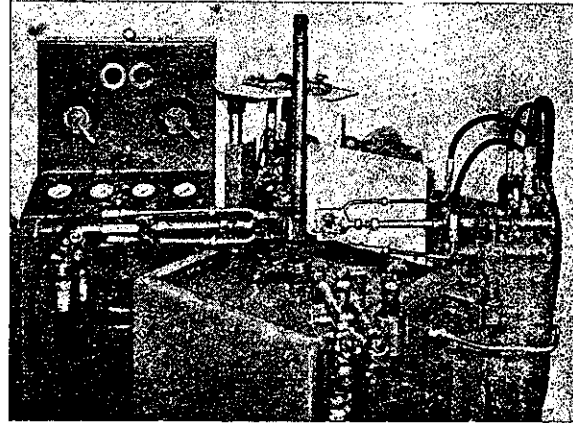
Şekil: 84'deki dişliçark sertleştirme otomatında işlem sıraları, değiştirilebilen bir ayar kamı ile sağlanır. Bu kam, sertleştirilecek dişli çarkın yalnız genişliğine bağlı olarak değişir. Seri üretim tesislerindeki ısıtma beklerinin duyarlı bir şekilde ayarlanması oldukça kolaylaştırılmıştır. Dişin her iki yan yüzünün sertleştirilmesi, tamamı sertleştirilmeyen bütün dişli çarklarda söz konusu olup; bu yolla diş tabanında çarpma ve eğilme zorlamalarına karşı yeteri kadar bir dayanıklılık elde edilir.

Zaman ve dolayısıyla maliyetten tasarruf için, şimdiye dek semantasyonla sertleştirilen dişli çarklar; artık alevde sertleştiriliyor. Dişli çarkların tabanları sertleştirildiği zaman, ortaya basınç gerilmeleri çıkar. Bu basınç gerilmelerinin eğilme gerilmeleri oluşturmalarına neden olmaması için; çabucak giderilmesi gerekir. Diş tabanı da beraber sertleştirildiği zaman dişli çarkın çalışma ömrü %30 kadar artar.

Diş tabanlarının tek tek sertleştirilmesinde, 10 modülden itibaren diş profiline göre yapılmış özel sertleştirme bekleri kullanılır. Diş sayısı az olan dişli çarklarda, döner hareketle sertleştirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde, sertleştirilecek olan dişliler, iki veya daha çok bek kullanılarak sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır. Diş tepesi sertleştirme sıcaklığına kadar ısıtılır. Diş tepesi sertleştirme sıcaklığına erişince; bekin gücü bir miliskop tarafından otomatik olarak ayarlanarak kısılır; ısı verilmekte devam edilirse; diş tepesinin aşırı derecede ısınması önlenmiş ve diş taban dairesine kadar düzgün (homojen) bir ısıtma sağlanmış olur (Şekil: 85).



Şekil: 84 Zincir dişlilerinde, dişin her iki yüzünün, düz ve konik dişlilerde diş tabanının sertleştirilmesinde kullanılan sertleştirme otomati.



Şekil: 85 Döner hareketli ve ilerlemeli bir sertleştirme makinasında dişli çarkların programlı olarak sertleştirilmesi.

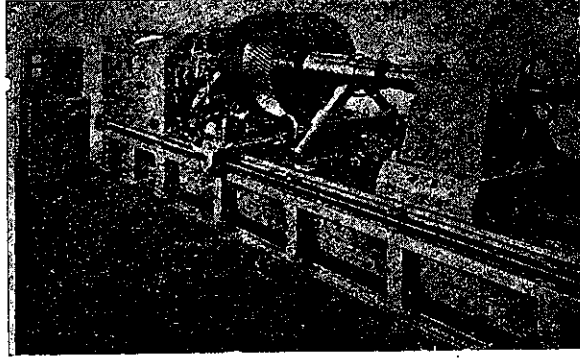
DİŞLİ TÜRÜ	Dişli çark açma türü	Dişin her iki yüzü sertl.	Diş boşluğu sertleştirilmiş	Diş tabanı sertleştirilmiş	Çevreden sertl.
Düz dişli (Alın dişli)	düz				
	eğik				
Ok dişli	Düzgün				
	Düzgün değil				
İçten dişli					
Konik dişli	düz				
	eğik				
	helisel				
Sonsuz vida çarkı					
Kremayer dişli	düz				
	eğik				

Şekil: 86 Sertleştirme yönteminin seçiminde, dişli çarkın şeklinin etkisi. Siyah: Uygun Noktalı: Bazı koşullarda uygun, Beyaz: Uygun değil.

Diş dibi dairesi de sertleştirme sıcaklığına eriştikten sonra, ısıtılmış olan dişli çark, alt tarafındaki yağ banyosu içine daldırılarak soğutulur. Cr - Mo. li veya Cr - V. lu çeliklerden yapılmış ve sertleştirilmiş dişli çarkların dayanıklılığı, sement edilmiş olanlardan daha az değildir. Alevde sertleştirilmiş dişlerin sertliği, dişin yan yüzlerinde 58 ± 2 Rc, diş dibi dairesinde ise 48 ± 3 Rc ye kadar çıkar.

Şekil: 86 da çeşitli sertleştirme yöntemlerinin, dişli çarkın şekline göre uygulama alanları gösterilmiştir. Şeklin incelenmesinden, bütün dişli çark türleri için döner hareketli çevreden sertleştirme yönteminin iyi sonuç verdiği kolayca anlaşılır. Yalnız, kremayer dişlileri doğal olarak bu yöntemle sertleştirilemez. Dişli çarkların bu yöntemle seri ve temiz bir şekilde sertleştirilmesi sağlandığından; her geçen gün daha geniş bir alanda kullanılmaktadır. 12 Modüle kadar dişli çarklar, bugün, döner hareketli sertleştirme yöntemi ile sertleştirilir.

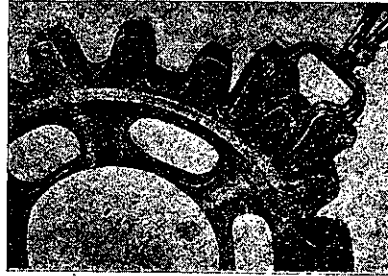
Bu amaç için, çapı 1500 mm ve genişliği 300 mm ye kadar olan dişli çarkları sertleştirebilecek makinalar geliştirilmiştir.



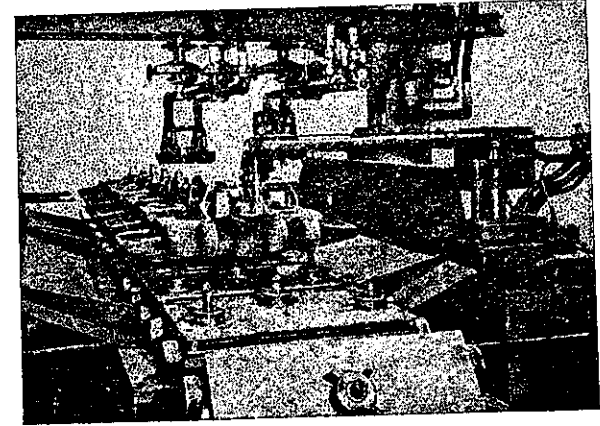
Şekil: 87 1200 mm. ye kadar çapta ve 16 tona kadar ağırlıktaki, dişli hadde silindirlerinin, sertleştirildiği bir sertleştirme makinası.

Dişlileri tek tek sertleştiren, dişli sertleştirme makinalarının gücü, oldukça düşüktür. Buna karşılık, döner hareketli sertleştirme makinalarında, sertleştirilecek olan dişli çarkın çapına bağlı olarak, daha yüksek güçlere gerek duyulur.

Her iki yüzden sertleştirme yöntemi, bugün, genel makina yapımında kullanılan büyük hareket iletim dişlilerinde, dişli hadde silindirlerinde (Şekil: 87), dişli trenlerin dişlilerinin sertleştirilmesinde (Şekil: 88) çok kullanılır. Döner hareketli sertleştirme yöntemine gelince, takım tezgahlarının dişli kutularında kullanılan dişlilerde, vinç ve çıkırıkların hareket organlarında, traktör, remorkör ve her çeşit tramvayların dişli kutularındaki dişlilerde, uzun zamandanberi başarıyla uygulanmaktadır.



Şekil: 88 Dişli trenlerde kullanılan bir dişlinin, dişlerinin her iki yüzü aynı anda sertleştiriliyor.



Şekil: 89 Zincir baklalarının seri olarak sertleştirilmesinde kullanılan bir hareket bandı.

73. ZİNCİRLİ VEYA PALETLİ TAŞIT ARAÇLARI

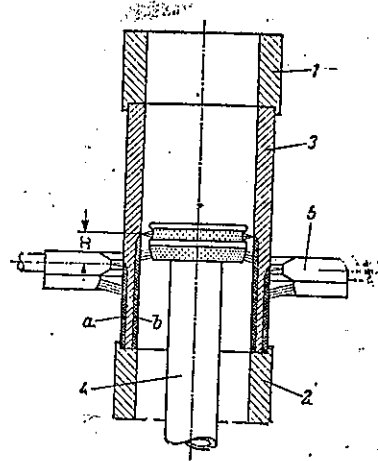
Paletli inşaat makinalarında yağlama yapılamadığından ve paletler sürekli olarak toz, kum, kül v.b. maddelerin etkisi altında bulunduğundan, aşırı derecede aşınma söz konusudur. Bu yüzden, zincir baklalarındaki delikler, kamlar ve makara kızaklarının sertleştirilmesi zorunlu olur. Sertleştirme işlemi, ekonomik olarak, bir bant üzerinde çeşitli istasyonlarda aynı anda tamamlanır (Şekil: 89).

Birinci stasyonda, sertleştirilecek olan zincir elemanı özel bir düzeneğe düzenlenir. İkinci istasyonda sertleştirilecek olan delik, mantar şeklindeki iki bek tarafından iki yönden ısıtılır ve sonra birbirini izleyen delikler, ortadan dışa doğru sertleştirilir. Üçüncü istasyonda, her iki kam, kademeli bir bekle ısıtılır. Isıtma süresi sona erince, bek otomatik olarak uzaklaşarak yerini düş alır. Dördüncü istasyonda, makaraların üzerinde hareket ettiği kızak kısmı, ilerleme yöntemiyle sertleştirilir. Beşinci istasyonda, sertleştirilmiş bulunan zincir elemanı alınır. Bütün sertleştirme istasyonları fotoselle çalışır. Bek isparçasından uzaklaşınca, bant harekete geçer. Her zincir elemanı için gerekli olan 2-3 saatlik sertleştirme zamanı, bu hareket bandında en çok 5 dak. sürer.

Her sertleştirme bekine, çalışmasını kontrol altında tutabilmek amacıyla, gaz ve oksijen miktarını ölçen birer debiölçer yerleştirilmiştir. Böylece değişik tipte zincir elemanlarını, ayar için fazla zaman kaybetmeden sertleştirme olanağı bulunmuş olur. Ayrıca sertleştirme işlemi de gayet düzgün olur.

da mm.	81,9	66,5	66,5
Ölçüler : di mm.	39,6	45,0	45,0
l mm.	25,7	180,0	180,0
Gereç :	C 45	Ck 45	Ck 60
Havagazı Nm ³ /saat	11,0	34,0	34,5
Güç : Oksijen Nm ³ /saat	6,4	27,6	27,1
Kullanılan zaman : ta s	3	7	4
th s	24	32	41
sertleştirme tg s	40	80	85
Sertlik : Rc	56—58	57—60	64—66
Sertlik derinliği : mm.	2,0	1,5	2,5
Enerji Havagazı 1/p	88,7	480	500
gereksinmesi : Oksijen 1/p	52,65	370	395

$$1/p = \frac{\text{Litre}}{\text{Parça}}$$

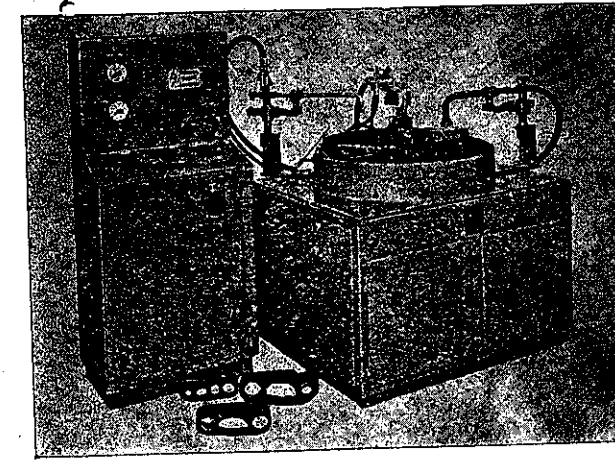


t_g = Toplam zaman
 t_a = Soğutma zamanı
 t_h = Esas zaman

Şekil: 90 Zincir burcunun aynı anda içten ve dıştan sertleştirilmesi. En küçük iç çap 22 mm. ve et kalınlığı ise 7 mm. dir.

Zincir baklaları birbirine burç ve pernolarla bağlıdır. Pernolar, az sayıda ve boyları uzun olduğu zaman, döner hareket ve ilerlemeli yöntemle düşey sertleştirme makinasında; çok sayıda ve boyları kısa olduğu zaman ise; döner hareketle otomat makinalarda sertleştirilir. Burçlar, düşey sertleştirme makinalarında, aynı anda içten ve dıştan sertleştirilir (Şekil: 90).

Zincir baklaları, tek veya çift olarak şekil: 91 de görüldüğü gibi, otomat makinalarda sertleştirilir. Bu otomatların üretim kapasitesi saatte 120 parçadır.



Şekil: 91 Zincir baklaları için sertleştirme otomati.

Demiryolu zincirleri, şekil: 92 de görülen dişliçark sertleştirme makinasında, bir zincir dişlisi ile hareket ettirilerek sertleştirilir.

Zincir baklaları sertlik derinliğinin çok olması için GS 42 Cr Mo4 bileşimindeki çelik dökümden yapılır.

Hareket ve hareket makaraları genel olarak daldırma yöntemi ile sertleştirilir. Alaşımli çelikler kullanılmasına karşın, bu yolla elde edilen sertlik derinliği yeterli olmayınca, bunun yerine döner hareketle sertleştirme yöntemi tercih edilmiştir (Şekil: 15).

Zincir plakasının ayakları, aynı dişli çarklarda olduğu gibi, ilerleme yöntemi ile yan yüzeylerinden sertleştirilir. Zaman tasarrufu için, iki parça aynı anda, düşey bir sertleştirme makinası üzerinde sertleştirilebilir (Şekil: 61).



Şekil: 92 Zincir dişlilerinin sertleştirilmesi. Üstteki bek diş boşluklarını, öndeki bek ise, diş yan yüzlerini sertleştirmekte kullanılır.

SONUÇ :

Alevde sertleştirmenin kullanma alanı, sertleştirilecek olan parçanın üst yüzeyinin şekline bağlı olarak değişir. Uygun şekilli parçalarda, alevde sertleştirme, sementasyonla sertleştirme işlemine karşın, gerek zaman tasarrufu ve gerekse maliyet ucuzluğu bakımından daha ekonomiktir. Alevde sertleştirmede kullanılmak üzere, gerek tek parça ve gerekse seri üretim için, çok çeşitli makina yapılmış olup; bu makinalar uzun yıllar kullanılabilecek niteliktedir.

Birçok durumlarda, parçalar, alaşımsız çeliklerden yapılarak alevde sertleştirilebildiğinden; maliyetin düşürülme olasılığı vardır.

Büyük parçalarda ve sertlik derinliğinin büyük olması gereken durumlarda, alaşımlı çelikler kullanılarak alevde sertleştirme uygulanır.

Üretim sırasında, sertleştirme işlemini iyi ayarlamak amacı ile, gaz ve oksijen tüketimini düzenleyen bir debi ölçer (Miliskop) kullanılır.

Kitabımızda tanıtılmış bulunan bütün bek, makina ve işleme yöntemleri patentlidir. Olanaklarımızın darlığı, ancak en önemlilerini inceleme fırsatı vermiştir.

YARARLANILAN KİTAPLAR :

- 1) Çeliğin tavlınması, sertleştirilmesi ve ıslahı W. Malmberg - 7. baskı) Springer - Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg.
- 2) Çelik nedir - Leopold Scheer - (12. baskı) Springer - Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg.
- 3) Parçaların biçimlendirilmesinde yüzey sertleştirmenin önemi Dr. Ing. E. F. Göbel Karlsruhe und Ing. W. Marfels, Köln-Deutz.
- 4) Mikroskop altında metaller, Kauzor H. 121 Springer - Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg
- 5) Endüksiyonla sertleştirme E. Hühne Springer - Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg

TEKNİK TERİMLER SÖZLÜĞÜ

ASETİLEN : C_2H_2 , ısı değeri (13600 Kcal/m^3), yanma hızı (1310 cm/s) ve alev gücü ($10,7 \text{ Kcal/cm.s}$) çok yüksek olan yanıcı bir gazdır. Asetilen, karpit (CaC_2) üzerine su dökülerek elde edilir.

AUSTENİT : Saf demir 1528°C sıcaklıkta ergir. İçersinde az miktarda karbon olursa, karışık kristaller meydana gelir. İçersinde $\%1,7\text{C}$ bulunan demir, 1145°C - 1410°C sıcaklıkta katılaşmaya başlar ve 1145°C sıcaklıkta tamamen katılaşır. Katılaşma başlangıcından bitişine kadar dokuda ergiyikle beraber AUSTENİT karışık kristalleri bulunur. Katılaştıktan sonra doku tamamen austenit kristallerinden oluşur. 721°C sıcaklıkta demirin içinde ancak $\%0,85$ oranında karbon eriyebilir. Çeliğin ısıtılmasında, 721°C den itibaren perlit kristalleri austenite dönüşür. Austenit, içerisinde karbon atomları eriten gama karışık kristalleridir. Kristallerdeki karbon atomu, çeliğin soğuması sırasında gama kristallerinden ayrılmaya başlar. Gama kristallerinden ayrılan karbon atomları, çelikte element şeklinde bulunamayacağı için, hemen bir miktar ferrit ile birleşerek sementit kristalleri oluşur.

BEK : Yanıcı gaz ile yakıcı gazı karıştırıp yakmaya yarıyan aletlerdir. Bunlara piyasada hamlaç veya şalome de denir.

BRINELL SERTLİĞİ : Gereçlerin sertliği bu usulde çelik bilyalarla basılarak ölçülür. Kullanılan bilyaların ölçüleri ve uygulanan basma kuvveti, DIN 1605 de normalize edilmiştir.

BÜTAN : C_4H_{10} , ısı değeri 2388 Kcal/m^3 , kombrüvör özelliği 4,5 olan yanıcı bir gazdır.

ÇEKME : Isıtılıp çabucak soğutulan çeliklerde, kristallerdeki dönüşüm dengesizliğinden ortaya çıkan ölçü küçülmesidir. Ölçü toleransı çok küçük olan hareketli parçalardaki çekme miktarı çok az olmalıdır, yoksa uygun bir çalışma elde edilemez.

DEMİR KARBON DENGİ DİYAGRAMI : Demir gerecin, dökme, dövme, sıcak ve soğuk biçimlendirme, ısı işlemleri, sertleştirme, meniş, yumuşatma, normalleştirme ve yüzey sertleştirme işlemlerinde dokusunda meydana gelen değişiklikleri gösteren bir diyagramdır. Bu di-

yagram, kristallerin denge durumlarını gösterdiğinden, demir sementit denge diyagramı da denir.

DIŞLİLERDE BÖĞÜR YÜKÜ: Dişli çarklarda dişe gelen kuvvettir.

ELEKTROMİKNATISLI VENTİL: Sertleştirme makinelerinde kullanılan beklerde, patlamaları önlemek için, oksijenle asetilene aynı anda yol veren ventildir.

ENDÜKSİYONLA SERTLEŞTİRME: Frekansı 9000 - 1.000.000 arasında değişen bir akımın geçtiği sargılar arasına konulan çelik parçalar, çok kısa bir zamanda su verme sıcaklığına kadar, yüzeyden birkaç mm. derinliğinde ısınır. Yüzeyden ısınan kabuğun üzerine su püskürtülürse, parçanın yüzeyi sertleşir.

FERRİT: İçersinde %0,3C bulunan ergiyik haldeki demir alaşımı soğurken, 950°C sıcaklık derecesinden itibaren, austenit kristal grupları, ferrit kristallerine dönüşmeye başlar. Ferrit kristalleri saf alfa kristalleridir. Soğuma devam ederse, ferrit kristallerinin ayrışması da devam eder ve dokudaki karbon oranı %0,85'i bulur.

FERROCAST TIC: Bir sertmadenden türüdür. Yuvarlak veya profil çubuklar şeklinde piyasaya sürülen ferrocast TIC, mekanik usullerle işlenebilir ve aşınma yüzeylerine lehimlenerek, alevde sertleştirilirse, 65-70 Rc ye kadar sertleşebilir.

GÜVENLİK OTOMATI: Gaz yakıt yakan araçlarda, gaz basıncı ayarlanmış olan değerin altına düşünce, önce oksijen girişini keserek aracın arızalanmasını önleyen aparatlardır.

HAVAGAZI: İçersinde, %50 H₂, %12 CO, %25CH₄, gerisi etilen (C₂H₄), azot (N₂), karbondioksit (CO₂) bulunan bir gaz karışımıdır. Havagazı, maden kömüründen üretilir. Isıl değeri, 3500 - 4500 Kcal/m³ arasında değişir.

KARBÜRLER: Metallerin karbonla bileşiklerine karbür adı verilir. Karbürler sert madenlerin üretilmesinde geniş olarak kullanılır.

KOMBRÜVÖR ÖZELLİĞİ: Yanıcı gazları yakmak için gerekli olan oksijen miktarının, gaz miktarına oranına bu ad verilir. Asetilen gazının kombrüvör özelliği 1,2 dir. Bunun anlamı, asetileni yakmak için gerekli olan oksijen miktarı çok azdır. Buna karşılık yanma hızı daha düşük olan bütün gazının kombrüvör özelliği işe 4-5 arasında değişir,

KONSANTRASYON: Asitlerde ve emülsiyonlarda yoğunluk anlamına gelir. (Emülsiyon, su ile yağ karışımıdır, emülsiyon için özel yağ türleri vardır. Örneğin boryağı).

KONVERTER: Çelik üretiminde kullanılan, armut biçiminde ve bir eksen etrafında dönebilen, içi ateşe dayanıklı özel tuğla ile kaplı, dışı çelik saca örtülmüş büyük kaplardır. Konverter içindeki çeliğin içinden basınçlı hava veya oksijen gazı geçirilerek çeliğin içindeki karbon, kükürt, fosfor, silisyum v.b. yabancı maddeler yakılır. THOMAS ve BESSEMER - THOMAS konverterleri, çelik üretiminde kullanılan ilk konverterlerdir.

MAKROSKOBİK: Metallerin gözle görülebilen dokularına bu ad verilir. Alet kullanmadan yapılan malzeme muayenelerine, makroskobik muayeneler adı verilir.

MANİVELA: Hareket ve kuvvet ileten makine parçalarına bu ad verilir. Manivela, kaldıraç prensibine göre çalışır.

MENEVİŞ: Su verilerek sertleştirilen çeliklerde, doku dönüşmesi sırasında doğan iç gerginlikleri gidermek için uygulanan ısı işlemine, meneviş adı verilir. Meneviş vermekle çeliklerin vurma, sarsıntı ve darbe etkilerine karşı direnci artırılmış olur.

METALLOGAFİK: Metallerin iç yapılarının fotoğraflarını çekerek inceleme usulüdür. Bu usulde, teste karşı tutulacak parçaların yüzeyleri iyice işlendikten sonra asitle dağlanır ve 5 - 3000 defa büyütülerek özel fotoğraf makineleri ile resimleri çekilerek, bilinen diğer fotoğraflarla karşılaştırılır.

METHAN: CH₄ Isıl değeri 8850 Kcal/m³ olan bir gazdır. Yanma hızı düşük olduğundan, asetilen gibi çok kullanılmaz.

MİLİSKOP: Sertleştirme sıcaklığını bir fotosel yardımı ile ayarlayan bir sıcaklık ölçme aletidir. Yakıtın debisini ayarlama prensibine göre çalışır.

MUYLU: Millerin, yatakları içinde dönen uç kısımları veya yatak lama yerleridir.

NORMALLEŞTİRME: Çeliğin austenit sınırı içersinde GSE çizgisinin 50°C üzerinde tavlanaarak havada soğutulması işlemine normalleştirme tavlı adı verilir. Bu işlem sonucu, çelikteki, haddeleme, pres-

leme, dövme veya yüksek sıcaklıktaki tavlamalarda oluşan kaba dokunun incelttilerek normal hale getirilmesi sağlanmış olur.

NORMALİZE ETME: Normalleştirme anlamında kullanıldığı gibi; Alman normlarına uygun olma anlamını da taşır.

ROTATİF: Dairesel olan parçaların dönmesi prensibine göre çalışan makinelere rotatif makine adı verilir. Rotatif kompresörler örnek gösterilebilir.

PERLİT: Demirli gereçlerde 721°C sıcaklığın üzerinde austenit kristalleri, perlit kristallerine dönüşür. Perlit kristalleri, parmak izi şeklinde ve parlak olup, sementit plakaları ile ferritten oluşur. Perlitte, % 84 ağırlık oranında ferrit ile % 16 ağırlık oranında sementit vardır.

PIROMETRE: Ergimiş veya ısıtılmış haldeki metallerin sıcaklıklarını ölçmekte kullanılan bir alettir. Çeşitli tipleri olmakla beraber, en çok optik prensibine göre çalışan pirometreler yaygın olarak kullanılır.

PROPAN: C_3H_8 , ısı değeri 21700 Kcal/m³ dir, yanma hızı düşük olduğundan teknikte asetilenden sonra tercih edilir.

PÜLVERİZE ETMEK: Sıvıları toz veya sis haline getirmeye denir. Alevde yüzey sertleştirme yöntemlerinde, bazen soğutucu sıvılar pülverize halde kullanılır.

ROCKWELL SERTLİĞİ: Metallerin sertlik derecesini saptamakta kullanılan bir sertlik ölçü birimidir. Rockwell sertlik ölçme deneyinde, gereçlerin sertlik derecesine bağlı olarak çeşitli çapta çelik bilyalar kullanılır. Deney sırasında uygulanan baskı yükleri de değişebilir. Çok sert cisimlerin sertliğini ölçerken, bilya yerine tepe açısı 120° olan sert (Elmas) koniler kullanılır.

SEMENTİT: 1900°C sıcaklıktaki saf demirin içine %6,67 ağırlık oranında karbon katılacak olursa, karbonun hepsi demir içersinde erir ve donduğu zaman, Fe_3C demir karbür (SEMENTİT) kristalleri ortaya çıkar.

SEMENTASYON: Bir yüzey sertleştirme yöntemidir. Üst yüzeyi sertleştirilecek olan parçalar, karbonca zengin maddelerle örtülerek, özel sementasyon fırınlarında, sertleştirme sıcaklığında, uzun süre tutulduktan, sonra, ani olarak soğutulularak (su verilerek) sertleştirilir.

SCHÖRE SERTLİĞİ: Skleroskop denen bir aletle yapılan sertlik ölçme yöntemidir. Bu alette elmas başlı bir çekiç, bir cam boru içinde, muayene edilecek parçanın üzerine düşürülür. Çekicinin geri fırlama yüksekliği, cam borudaki bölüntülerden okunur.

VICKERS SERTLİĞİ: Bir sertlik ölçme usulüdür. Bu usulde, tepe açısı 136° olan bir elmas piramit, 120 Kg. lık bir yük ile muayene edilecek parçaya basılır. Elde edilen çukurun yüzeyinin köşegeni ölçülür ve bir formülde yerine konarak vickers sertliği hesaplanır.

YUFKAÇLAMA: Metalleri soğuk veya sıcak olarak, silindirler arasından zorla geçirerek biçimlendirmektir. Bu işleme haddeleme de denir.

NORMAL METREKÜP: Nm³. Gazların normal şartlardaki (0°C ve 76 cm cıva basıncında) hacim ölçüsüdür.

